Saving Energy in Municipal Buildings

6

enerSave
For Municipalities

Saving Energy in Municipal Buildings

Contents

Introduction

1 A Strategy for Conservation in Buildings 2

2 A Breakdown of Energy Use in Buildings 2

3 Introducing Conservation Measures 3

- Heating and Cooling Systems 3
- Lighting 4
- Water Heaters and Other Energy Loads 4
- Building Envelope 5
- Ventilation 5
- Electricity — Consumption and Demand 5

4 Analysis of Building Energy Systems 6

5 Review of Selected Publications 8

Appendix

Operating Guidelines for Energy Conservation

For further information, contact your provincial department of energy or the Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.

© Minister of Supply and Services Canada 1982
Cat. No. M22-68/1982-6E
ISBN 0-662-11897-9

Saving Energy in Municipal Buildings

Introduction

Buildings account for a larger portion of a municipality's total energy consumption than any other item in the energy budget. In a survey of energy use in seven Canadian municipalities,* energy use in buildings was never less than 33% of the total. When transit figures are excluded, this proportion rises to approximately 50%.

Table 1 illustrates the relative weight of buildings in the overall municipal energy picture.

Because of the complexity of their operation, municipal buildings also offer sizable energy savings, often for little or no cost. Apart from the building shell, heating, air ventilation and air conditioning systems, service hot water and various building operations are all good targets for conservation efforts.

TABLE 1

ENERGY USE IN MUNICIPAL BUILDINGS

	Total Energy Consumption (GJ)	Bldg. Floor Area (M^2)	Total Bldg. Energy (GJ)	Bldg. as % of Total	Bldgs. as % of total less transit
Montague, PEI (pop. 1,800)	3,508	706	1,547	44	44
Summerside, PEI (pop. 8,600)	32,650	8,089	18,163	56	56
Granby, Quebec (pop. 37,300)	138,369	27,554	51,851	37	52
Victoria, B.C. (pop. 63,800)	257,929	102,672	92,914	36	53
Saint John, N.B. (pop. 35,900)	293,935	69,312	122,849	42	48
Ottawa, Ont. (pop. 304,500)	1,360,325	264,032	462,956	34	51
Winnipeg, Man. (pop. 560,900)	1,945,108	372,631	721,980	37	53

*Source: Municipal Energy Audit: A Practical Guide to the Identification of Energy Expenditures, Building Series No. 3, Department of Energy, Mines and Resources.

These efforts, however, can be complicated by the variety of building types occupied and operated by local governments. These may include

- office buildings
- various kinds of garages and vehicle depots
- repair and maintenance shops
- community centres and libraries
- fire and police stations
- arenas, swimming pools and other sports facilities
- municipal baths
- sewage and water treatment plants, pumping stations, etc.
- city-owned apartment buildings and houses

For some of these categories (e.g. office buildings) conservation techniques are well researched, and extensive and specific literature already exists. Less is known about conservation in other types of municipal buildings, such as sports facilities, and these may therefore present problems in an energy conservation program.

1- A Strategy for Conservation in Buildings

A comprehensive campaign based on no-cost and low-cost conservation measures offers the best initial strategy for reducing energy waste in municipal buildings. This in-house optimization of a building's energy performance should be carried out by the city's staff (possibly with assistance of a mechanical and/or electrical consulting engineer). Changes to operating and maintenance procedures would be particularly important at this stage. Once in-house measures are introduced, a professional analysis should then be carried out by a qualified consulting engineering firm.

The in-house buildings program is an obvious and potentially effective part of a municipality's conservation strategy. Savings from operation and maintenance measures can range from 10 to 40%. In addition the pay-back period for investments seldom extends beyond one full season of operation.

The importance of hiring a professional energy consultant may appear less obvious, but failure to do so can lead to oversights. These unrecognized opportunities for energy savings, and delayed decisions, may cost taxpayers many times more than the consultant's fee. Ideally this consultant should work closely with municipal maintenance staff, involving them in the introduction of new conservation measures and in monitoring the effects of the program.

Operating Guidelines for Energy Conservation, a Public Works Canada publication, is attached as an Appendix. A comprehensive and detailed manual, it provides a sound basis for in-house conservation activities in buildings of any size.

2- A Breakdown of Energy Use in Buildings

By far the largest amount of energy consumed in buildings (for non-process purposes) is in heating, usually in the form of oil or gas, less often in the form of electricity. In offices or apartment buildings heating energy often exceeds 50% of the building's total consumption, rising to more than 90% in garages. Typically, much of this energy, often more than half, can be saved by cost-effective modifications to heating and ventilation systems, to the building's shell, and through improved operation and maintenance of equipment.

Lighting, the second largest energy consumer in most buildings, may account for more than 30% of total energy use. It also offers one of the greatest opportunities for savings, as North American buildings constructed over the past 20 to 30 years were routinely overlighted.

Air handling and water pumping equipment (i.e. fan and pump motors) also consume significant amounts of energy, anywhere from 8 to 25%. Much of this energy can be saved by turning off fans and pumps when they are not needed (the least expensive option), by slowing down belt-driven fans to the minimum acceptable speed (again a low-cost measure) and finally by replacing oversized or inefficient motors with better matched, higher efficiency, or variable speed motors. The last measure is expensive and usually not justified economically unless motor replacement is necessary for other reasons.

Mechanical cooling of conventional buildings equipped with traditional air conditioning systems is next in significance, and on an annual basis may account for 10% of total energy consumption. From the perspective of

cost, the cooling load accounts for even a larger share: typically electrical, it is usually required at the same time as the rest of the electrical load, thus increasing demand charges. (See "Electricity - Consumption and Demand").

3- Introducing Conservation Measures

As noted earlier, major energy savings can be achieved in buildings by changes in operation and maintenance routines, and by retrofit of the building's shell and its energy systems.

Operations and maintenance measures are generally low cost, requiring little or no capital investment. At the same time, they may account for a very significant drop in energy use. For this reason they should be implemented as soon as they are identified.

On the other hand, retrofit of the building shell and energy systems requires capital expenditures. Often significant, these costs should be carefully analyzed and such projects assigned a priority in the context of the overall conservation program. Some projects may appear very attractive when viewed in isolation, yet become uneconomical when re-evaluated because other conservation options offer the same potential benefits for lower costs.

For this reason it is advisable to employ qualified and experienced engineers to conduct a thorough cost-benefit analysis of the technical options. A consultant can also be useful in monitoring implementation of conservation activities to ensure that the program is as immediate and cost-effective as possible. Where consultants are employed, however, it is important to make sure they have the background required to evaluate energy conservation opportunities correctly.

Heating and cooling systems

Heating systems, or heating and cooling systems, are found in nearly all buildings in Canada. Typically these systems also provide ventilation and ensure air movement within the occupied spaces, both necessary for the comfort of occupants. This is why operation of these systems (called HVAC systems) is often required during occupied hours, even when cooling and heating are not needed.

One of the first rules of rational energy management is to turn these systems off as soon as their operation ceases to be necessary. Usually this can be done even before the occupied period ends, and the systems can remain inactive for most or all of the time the building is unoccupied. Savings from these simple and generally inexpensive measures are significant, although the amount of energy conserved depends to some degree on the type of HVAC design.

Optimization and adjustment of controls suggest another set of useful measures which are applicable to most buildings. A capacity for flexible but accurate temperature control in occupied spaces, particularly the ability to reset temperature control according to the season and the time of day (i.e. night setback), can produce very significant reductions in energy use.

Some HVAC systems, however, are inherently inefficient even if properly operated and maintained.

Among these are such remnants of the pre-1973 era as the "terminal reheat" system or certain variations of the "dual duct" system. Both these general categories of mechanical systems have one common feature: most of the time the same air must be both heated and cooled before it is discharged into the conditioned space.

This duplication, and the associated energy waste, are the price designers used to pay for the extraordinary flexibility of operation and the precision of control such systems offer. These systems became extremely popular in the 1960's and early 1970's, during the construction boom, and are perhaps most commonly found in the more modern buildings.

Buildings designed today are outfitted with far more efficient HVAC systems. These eliminate simultaneous heating and cooling, and are often equipped with a "variable volume" feature that automatically regulates the volume of cool air brought into building spaces to match the cooling and heating demand. In this way operating costs and heating and cooling requirements are reduced. It is now possible to design a large office building where all heating requirements are supplied by heat from people, lights and equipment.

It may be possible for municipalities to convert some of the older, routinely "constant volume" systems into "variable air volume" (or VAV). In most cases, because radical conversion would be uneconomical, a building will have to retain its existing HVAC system. Other modifications for improving an existing system's efficiency may still be practical, however, and these should be identified in an energy audit. For example:

- Supply air temperature on a constant volume or dual-duct system can be controlled on a variable basis rather than at a pre-set constant temperature.
- Primary supply air temperature in an induction HVAC system may be adjusted to avoid simultaneous heating and cooling.
- Air flows can be checked and rebalanced as required.

In any building, the occupants, equipment and lighting generate heat. This heat can provide part or all of a building's heating needs, if captured, stored and redirected. The heat pump is one of the most common systems for recovering and redirecting otherwise wasted heat of this kind. Sophisticated systems have been designed using internal source heat pumps in large office buildings. These are particularly feasible when there is a uniform and continuous heat source, such as a large computer installation.

While heat pumps and other heat recovery systems (such as heat wheels and runaround coils) may not be economically feasible today for most existing buildings, their potential application should nevertheless be evaluated.

Lighting

Lighting is among the largest energy users in commercial buildings, both in energy used directly for illumination and in the increased cooling demand caused by the heating effect of lights. On average, for the entire year, every watt of energy for lighting requires more than another one-half watt of energy for cooling, pumps and fans.

Over the years, lighting levels in North America have steadily increased, until now they are twice as high as in many European countries. There is no necessity for such high lighting levels in most buildings. Furthermore, high lighting levels are not synonymous with high quality illumination. The growing need to conserve energy suggests that it is time to concentrate on lighting quality rather than quantity.

Many existing office buildings are equipped with recessed fluorescent fixtures providing an average of 100 foot-candles illumination. These buildings use an average of 42 watts of lighting per square metre (4 watts per square foot). In contrast, new buildings are designed either with coffered ceilings or task lighting. As a result they consume less than 20 watts per square metre and provide working areas with 70 foot-candles illumination.

This more efficient lighting design also reduces cooling, pumping and fan loads. Together with the direct savings from reduced lighting, this translates into an impressive savings of at least 20% of a building's total energy consumption.

While savings are not attainable to the same effect in most existing buildings, lighting loads can be reduced by as much as half by the following measures:

- Disconnect all unnecessary fixtures in the working area.
- Eliminate a portion of lighting fixtures in non-critical areas such as lobbies, corridors and storage rooms. Light in these areas should be as low as safety and security will allow.
- Reduce lighting near windows. Separate circuits or dimmers are desirable in any areas where full illumination is only periodically necessary.
- When burned tubes are replaced, substitute more efficient types.
- Keep walls, ceilings and fixtures clean, and choose colours that reflect light. Dark colours and dirt reduce illumination.
- Turn off lights when rooms are not in use, and insist that cleaning staff do the same.

Water heaters and other energy loads

Domestic hot water is not among the largest consumers of energy in a commercial building, but significant savings are possible by reducing the water temperature

to 40°C or less, insulating tanks and pipes where accessible, and installing automatic valves or flow reducing devices.

Building envelope

The amount of energy necessary to heat buildings is essentially determined by the quality of the building enclosure and more specifically by its thermal resistance and air tightness.

The thermal resistance of the building enclosure is a function of the insulating properties of walls, roofs, and windows. Improvements to this thermal resistance are often expensive, and a thorough economic analysis may be necessary to justify reinsulation of walls, retrofit of windows, or improvements to the roof. On the other hand, sealing the building's envelope to reduce uncontrolled infiltration of outside air may be more straightforward and cost-effective if the major causes of infiltration can be determined. Many traditional and new materials are available to improve air tightness of buildings, including caulking compounds.

Thermal retrofit of buildings should always be considered when renovations or modifications are contemplated: insulation of a roof may be done for little more then the cost of insulation material if installed at the time of re-roofing, whereas it will be a much costlier investment at other times.

Ventilation

Most modern buildings rely on mechanical ventilation to provide occupants with a clean and odor-free environment. Standards and established procedures govern the design and operation of ventilation systems to ensure that this job is done adequately. Experience with hundreds of existing Canadian buildings, however, indicates that in the majority of cases ventilation systems are designed and operated in such a manner that extravagant amounts of heating and cooling energy are wasted in the process. Optimization of ventilation is among the most cost effective measures available to the building owner.

It is now generally accepted that in most buildings 7 to 10 cfm (3 to 5 L/s) of fresh air per occupant is sufficient to maintain satisfactory conditions. Actual practice, however, may exceed this minimum many times.

Ventilation can be reduced in various ways: by adjusting the outside air damper of the central system to the minimum setting, by repairing or replacing leaky dampers, by reducing the "on" time of HVAC systems and exhaust fans, and so on.

It is impossible to give a simple and general formula for determining the amount of "new" energy needed to heat ventilation air throughout the heating season, as this depends on the characteristics of the building. It can be safely said, however, that excessive mechanical ventilation, combined with uncontrolled infiltration, costs building owners millions of dollars each year.

Electricity-consumption and demand

Electricity is the most convenient form of energy for use in buildings. In spite of its generally higher cost, some buildings rely on electrical power to meet all their energy needs, including heating.

Most of the energy conservation measures discussed here apply equally to all-electric buildings as well as to those heated by fuels. Electricity, however, differs from other fuels in the way the supplier, in this case the utilities, charges for it.

Two basic charges appear on electricity bills: the consumption charge and the demand charge. Consumption charge is essentially straightforward, although rates usually decrease (in blocks) as consumption increases. For example, the first 10,000 kwh consumed within one billing period (a month) may cost $332.00, while the balance may be charged at $0.0216/kwh.

Demand charges depend on the highest instantaneous flow of electric current recorded in the given billing period, and are expressed in $/kw. Demand meters normally do not register short duration surges, but any peak load lasting fifteen minutes or more will be fully recorded.

Demand charges may be structured in many different ways. The most typical are single rates per kw, or single rates above the

initial, free of charge, block (i.e. first 50 kw - no charge, with the balance charged at $6.00 per kw). Some utilities also employ a "rachet clause", which usually means a full year "penalty" for a single peak in demand.

The rate structure is a very important factor in conservation strategy. Two identical buildings, initially paying equal amounts for their electricity, located across the street from one another, belonging to the same owner, operated by the same crew, and audited by the same engineer, may adopt different conservation measures if fed with electric power from different utility companies.

One rate may favour off-peak utilization of power through high demand and low consumption charges, leading the building owner to install a thermal storage tank for both hot and chilled water, combined with night operation of chillers and/or electric resistance heaters, and a drastic regime of load shedding, especially if the rachet clause applies.

The other rate may favour reduction of consumption without significantly reducing the peak demand through a higher consumption rate but lower demand charges. This may justify more radical lighting level reduction, but neither thermal storage nor load shedding.

There are many sources of information on the subject of utility rates and how they affect energy conservation strategies. However a thorough analysis by a qualified engineer will result in appropriate recommendations These will be based on local rates, bills for at least one full season, demand picture (some utilities will install a demand recorder in your building free of charge for a limited period of time) and energy systems (e.g. HVAC, lighting, hot water).

With the exception of non-inductive loads (e.g. resistance heaters or incandescent lamps) almost all electrical equipment tends to distort or degenerate the electric current. One measure of this degeneration is the Power Factor (P.F.), a function of the angle of lag of the current (amps) behind the tension (volts). Power Factor is excellent if it equals 1.0 (its maximum possible value), good if larger than 0.9, and usually unacceptable when it falls below 0.85. Certain utilities penalize their clients for low P.F. The P.F. can be corrected by installing capacitors of an appropriate size and type.

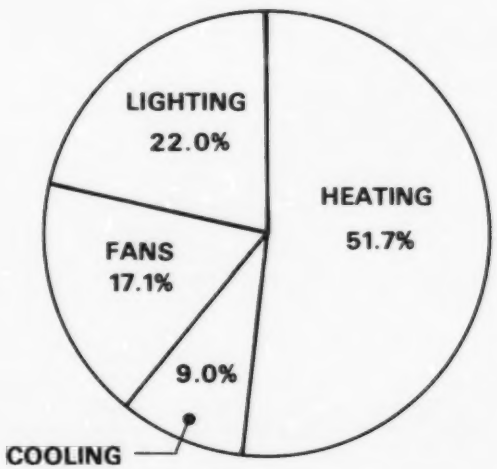
4- Analysis of Building Energy Systems

There is no substitute for professional cost benefit analysis of a building's energy systems. This analysis can be done through a professional evaluation with the application of simplified "manual" calculations, although in more complex cases a computer simulation offers advantages worth considering.

Computer simulation of building energy systems is a relatively new and useful tool in the hands of the engineer. It allows far more accurate calculations of energy balance, and lends itself to easy evaluation of alternatives.

An analysis of a typical office building, performed by Vinto/Yoneda for the National Research Council, illustrates the kind of information produced by a computer simulation.

o The building analyzed, a 130,000 ft^2 office tower located in Edmonton, consumed 2.45 $GJ/M^2/yr$ (63.2 $kwh/ft^2/yr$) of energy, broken down as illustrated:



The engineers identified the following 12 conservation measures which should be

considered by an office building owner in any rational energy conservation program:

- reduction of outdoor air intake
- shutdown schedule
- unoccupied temperature reset
- humidification and dehumidification (revised settings)
- revisions to lighting levels (i.e. shut off during unoccupied periods, general reduction of lighting levels, replacement of some lamps by "phantom tubes" or similar devices)
- ambient reset of supply air temperature
- demand reset of supply air temperature
- domestic hot water temperature reduction
- cooling with outdoor air
- air flow rate reduction
- lower condenser water temperature

First, the following four specific measures were evaluated:

1. Shutdown of building mechanical and electrical systems from 6:00 p.m. to 7:00 a.m. weekdays and all day on weekends.

2. Seasonal thermostat settings of 70°F degrees from October 1 to May 31, and 76°F degrees from June 1 to September 30.

3. Removal of tubes from light fixtures to reduce lighting energy to 2.5 watts per square foot.

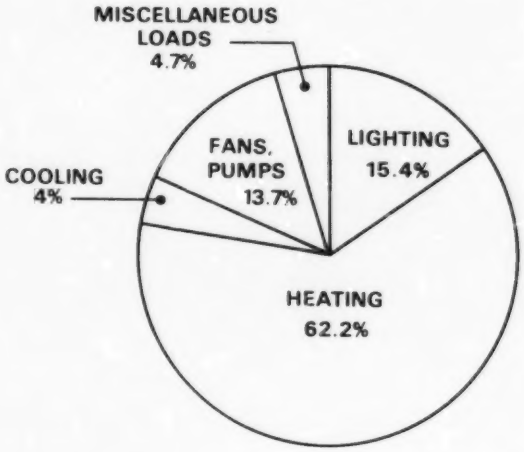
4. Reset of domestic hot water temperature to 110°F from 140°F.

The computer-simulated implementation of all the above items in the base model decreased the annual equivalent energy consumption by 50%. Large reductions in heating and cooling requirements were realized. A small reduction in the domestic hot water resulted. The lighting energy requirement was also reduced significantly. The most dramatic energy requirement reduction was related to fan energy with a saving of almost 80%. The consumption of electrical accessories was reduced by 23%. Overall building electric consumption was reduced by 48%, and the electrical demand peak was reduced by 21%. Gas consumption was reduced by 53%.

The energy saving increased to more than 60% by implementing all items, including those requiring expenditures.

Another example of a computer analysis of an existing building was carried out for the Atmospheric Environment Service in Toronto:

o This analysis dealt with a 320,000 ft^2 office building consuming 79 $kwh/ft^2/yr$.



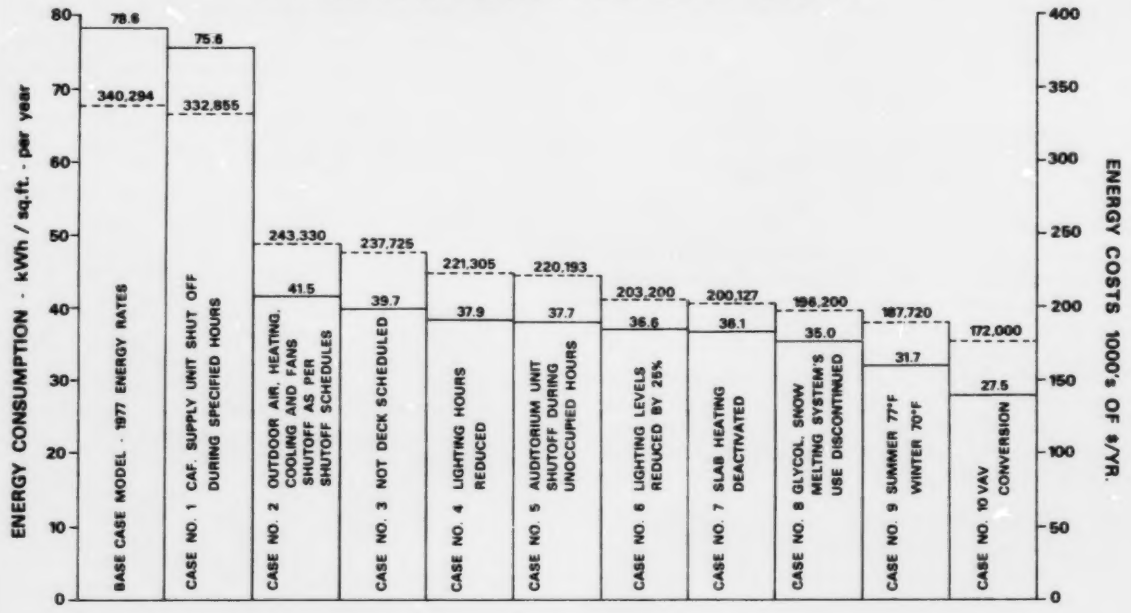
The cost benefit analysis, done by Public Works Canada and aided by use of the computer simulation, led to the "cascade" of conservation options as illustrated in Figure 1. (The full report is available from Public Works Canada, Headquarters, Sir Charles Tupper Building, Riverside Drive, Ottawa K1A 0M2)

These two examples demonstrate the quality of information available through an in-depth energy analysis of a building performed with the aid of a computer program. This approach enables the engineer to accurately identify the intricate dependence on the local weather of energy consumption in buildings. It also takes into account the interdependence of the energy systems and the building's physical properties.

Only the larger and more complex buildings could warrant the cost of the computer analysis, however. For simpler cases less expensive calculations, supported by knowledge and experience, may be sufficient. On the other hand simplified and less expensive computer programs, often based on mini-computers, are now being developed. These bring the cost of computer analysis down to more affordable levels.

FIGURE 1

ENERGY PERFORMANCE CASCADE FOR THE ATMOSPHERIC ENVIRONMENT SERVICE BUILDING IN TORONTO



Source: Energy Conservation Study, Atmospheric Environment Service Building, Public Works Canada, Technological Research and Development, Technical Note Series, June 1977.

5- Review of Selected Publications

There is a large number of publications dealing with energy conservation in buildings. Six volumes of bibliographies on conservation have been published by the Department of Energy, Mines and Resources, one on each of the following six building categories:

Schools	Building Series No 2a
Retail stores	Building Series No 2b
Multiple Dwellings	Building Series No 2c
Hospitals	Building Series No 2d
Hotels and Motels	Building Series No 2e
Office Buildings	Building Series No 2f

Listed and reviewed in these publications are manuals, research reports and articles. These bibliographies are available from:

Conservation & Renewable Energy Branch
Department of Energy, Mines and Resources
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
(Attention Buildings Division)

The following publications were chosen for review here because they are particularly relevant as reference books for energy conservation in municipal buildings:

How to save Energy and Cut Costs in Existing Industrial and Commercial Buildings: An Energy Conservation Manual

Dubin, Mindel, Bloome. Published by Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J., U.S.A., 1976

One of the most comprehensive manuals on energy conservation, this document consists of more than 700 pages, with more than 100 diagrams. It is divided into two parts, "Building Owners and Operators Manual", and

"Engineers, Architects, and Operators Manual". Both sections deal essentially with the same topics, treated somewhat differently to satisfy the needs of the audiences specified in the titles.

The manual examines the question of how to establish an energy management program, and then proceeds to review individual conservation opportunities in heating and air conditioning, domestic hot water, cooling and ventilation, commercial refrigeration, distribution and HVAC systems, heat reclamation, lighting, power, central systems, alternative energy sources, economic analysis, computer programs, and so on. Several appendices review codes and standards, cost data, and examples.

The treatment of conservation opportunities is generally brief, but graphs and formulae are very useful for assessing and quantifying energy used and saved. Graphs from this manual are widely quoted in various other publications on conservation.

This manual can be recommended as the basic source of conservation engineering data for both technical and non-technical audiences.

Measures for Energy Conservation in New Buildings, 1978
Issued by the Associate Committee on the National Building Code, NRC, Ottawa. Available from National Research Council, Montreal Road, Ottawa, Ontario, K1A OR6. Cost $2.00

Intended as a companion document to the National Building Code, this publication prescribes building design requirements for architects and engineers. At the time of writing, these Measures have not yet been adopted by any of the provincial legislatures. Most provinces, however, are reviewing the document and may adopt the Measures in the original or modified version.

The publication prescribes thermal properties of walls and windows and limits to fenestration (window to wall ratio), attempts to set energy levels for air handling, calls for a minimum of automatic control, recommends temperature ranges and settings, discourages simultaneous heating and cooling (commonly built into the pre-1973 vintage buildings), promotes "free cooling" with "enthalpy control", prescribes pipe and duct insulation, recommends performance coefficients of some refrigeration equipment, heat recovery systems, and domestic hot water equipment, and limits lighting levels.

A prescriptive document, the Measures are largely based on ASHRAE standard 90-75. They intended to impose minimum standards for the design and construction of buildings until the advent of the performance code which will set acceptable limits on annual energy consumption instead of prescribing details of construction or equipment efficiencies.

The Measures, although not yet law, have been voluntarily adopted by many federal, provincial, and other organizations as minumum criteria of acceptable design. It must be recognized, however, that many designers and builders of commercial and residential buildings already exceed the recommendations of the Measures for purely economic or marketing reasons. This suggests that the standards set out in the Measures may now be too low, and that actual design practice may have in many cases surpassed them.

Energy Conservation Design Resource Handbook
Published by the Royal Architectural Institute of Canada, available from RAIC, Suite 1106, 151 Slater Street, Ottawa, Ontario. K1P 9Z9. cost $75.00

Approximately 500 pages long, this book covers the important aspects of energy consumption as affected by the design of buildings. Written mostly for architects and not for energy systems specialists, most parts of the Handbook are accessible to a wider and not necessarily technical audience. Although intended as a design aid, it explains the physical phenomena and principles involved and is therefore a useful general source of information on energy in buildings. On the other hand, its usefulness for conservation programs in existing buildings is limited.

The Handbook includes chapters on climate, energy gain and loss in internal environmental heating and cooling, infiltration, physics of buildings, HVAC systems, lighting, retrofit of existing buildings, urban planning, energy economy, and several other topics.

Energy Conservation in Existing Arenas (Three Case Studies)

and

Design Guidelines for Energy Conservation in Skating Rinks and Arenas

Published by the Ontario Ministry of Energy, available from Publication Service, 5th Floor, 880 Bay Street, Toronto, Ontario M7A 1N8

These two books address the problem of energy conservation in uniquely municipal structures which are found in almost all medium-sized and larger municipalities in Canada. Both publications are concisely and clearly written and well illustrated.

APPENDIX

Operating Guidelines for Energy Conservation in Existing Buildings and Heating Plants, Public Works Canada, 1981.

Reprinted with the permission of Public Works Canada.

CONTENTS

		Page
1	Heating and Cooling Systems	1
	Operating Criteria	1
	Operation of Building Heating Systems	1
	General	1
	Air Systems	1
	Commercial Areas	2
	Garages, Interior Loading Docks	2
	Building Lobbies, Corridors and Vestibules	2
	Portable Electric Heater	2
	Ramp Snow Melting Systems	2
	Roof Ice Melting Systems	2
	Storage Rooms	2
	Humidification Systems	2
	Operation of Building Cooling Systems	2
	General	2
	Operation of Outside Air Dampers	3
	Infrequently Used Space	3
	Reheat Systems	3
	Window and Through-Wall Air Conditioning Units	3
	Central HVAC Plant Operations	3
	General	3
	Boiler Operations	3
	Periodic Boiler Tune Up	3
	Chiller Operations	4
	Food Service Operations	4
	General	4
	Refrigeration Equipment	4
	Client Operations	4
	General	4
	Draperies and Venetian Blinds	4
	Heating and Cooling Supply Outlets	4
2	Ventilation and Exhaust Systems	5
	Operating Criteria	5
	Operation of Building Ventilation and Exhaust Systems	5
	General	5
	Laboratory and Food Service Operations	5
	Parking Garage Operations	5
	Building Washrooms	5

3 Building Lighting Systems 6

Operating Criteria 6

Operation of Building Lighting Systems 7
General 7
Light Switching Arrangements 7
Building Outdoor Lighting Systems 7
Cleaning Schedules and Cleaning Operations 7
Cleaning Services Specifications and Contracts 8

Maintenance of Building Lighting Systems 8
Maintaining Illumination Levels 8

Client Operations 8
General 8
After Normal Working Hours 8

4 Domestic Hot Water Systems 9

Operating Criteria 9

Operating Adjustment and Control 9

Regrigerated Water Fountains 9

5 Car Engine Block Heater Outlets 10

Operating Criteria 10

Installation of Timers 10

Checklist 11

1- Heating and Cooling Systems

Operating Criteria

Public Works Canada guidelines state that heating and cooling temperatures in PWC administered buildings be maintained in accordance with the following criteria:

Maximum heating temperature:
- working hours, 21°C
- nights, weekends and holidays, 18°C

Minimum cooling temperature:
- working hours, 25°C
- nights, weekends and holidays, 29°C.

To satisfy the above criteria and also realize the maximum energy saving possible in the operation of building heating and cooling systems, system adjustments and other measures described in the following paragraphs should be carried out in all PWC buildings, to the extent practicable. However, each major building represents a unique situation, and the proposals contained herein should be recognized as having general application, only. The application of some of these measures must be considered in the light of specific building systems and their inherent design limitations, the interdependency of individual building systems, and any special client occupancy requirements. In some cases, building operating staffs may have insufficient knowledge of these considerations, and it may be advisable to seek professional advice before certain adjustments are carried out.

General

Weekdays, during the heating season, reduce temperature control settings in the building to maintain a maximum temperature of 21°C between 08:00 and 17:00, and set back the temperature to 18°C between 17:00 and 05:00 weekdays, and during weekends and holidays.

Operation of Building Heating Systems

With the temperature set back to 18°C, when the building is unoccupied, preheat the building, commencing after 05:00 on weekdays, so that it achieves 21°C by approximately 07:00, when occupants begin to arrive at work. Consideration should also be given to commencing the reduction of temperatures to night setback levels at 16:00, on weekdays, where client cooperation can be obtained. (Tests have shown that an approximate 8 to 10 percent saving, in the energy required to heat a building, can be achieved with a 3°C night temperature setback. However, it is inadvisable to lower temperatures more than 3°C, because the system will use progressively more of the energy saved, in bringing the temperature back up to 21°C, for daytime operation.)

Air Systems

Shut off all air systems from 17:00 to 07:00 weekdays and during weekends and holidays that are not needed to maintain the minimum 18°C temperature during the unoccupied periods. The following types of systems should be evaluated for intermittent shut-off:

a) Perimeter Air systems
b) Interior Zone or Core Area systems
c) Multi-duct systems
d) Central and Terminal Reheat systems
e) Other combined systems

Commercial Areas

Maintain commercial areas at a temperature of 20°C during normal business hours, in the heating season, and maintain related non-occupied storage areas at a temperature of 15°C or lower. (Obtain approval of commercial tenant if lease conditions are at variance with the above.)

Garages, Interior Loading Docks, etc.

If feasible, consider shutting off all heating in garages, unoccupied areas, interior loading docks, and platform areas. (Caution must be exercised where there is danger of freezing service water lines or sprinkler lines.)

Building Lobbies, Enclosed Corridors and Vestibules

Consider closing supply registers and radiators, and reducing thermostat settings to 10°C, or turning off electric heaters in building lobbies, enclosed corridors and vestibules during the heating season, where freeze-up of service lines will not occur.

Portable Electric Heaters

Obtain client agreement to ban the use of portable electric heaters by building occupants.

Ramp Snow Melting Systems

Discontinue the use of ramp snow melting systems, except for critical applications, and consider the use of "snow sensors" to control the temperature of the heating media.

Roof Ice Melting Systems

Discontinue the use of roof ice melting systems, except during periods when ice build-up is such that a safety hazard to pedestrians exists.

Storage Rooms

Do not heat unoccupied storerooms or dead storage areas, unless heat is required for the protection of stored contents or service lines.

Humidification Systems

Turn off humidification equipment whenever the building is unoccupied, except when processes or special requirements, such as those associated with art galleries, museums, some laboratory operations, or equipment requirements, etc., take precedence.

Operation of Building Cooling Systems

General

Cool building during the summer months, as necessary, to maintain 25°C between 08:00 and 17:00 weekdays, and set back the temperature to provide cooling only when the temperature reaches 29°C, during the period from 17:00 to 08:00 on weekdays, and during weekends and holidays. Where conditions permit, and client cooperation is obtained, schedule pre-cooling startup in the morning, depending upon outdoor air temperature, so that the building interior temperature will be at 27°C, when building occupants begin to arrive at 07:00. Complete cooling down during the first hour of occupancy to achieve 25°C at approximately 08:00. Consider shutting off all cooling in the building at 16:00, or one hour prior to the end of occupancy each working day. (Special consideration will have to be given to computer rooms where the primary concern is to maintain a constant temperature/humidity relationship. Equipment manufacturers should be consulted to determine permissible ranges of temperature/humidity for their equipment.) During evening and night hours in the cooling season, flush the building with cooler outdoor air to remove heat from the structure, if outdoor humidity is not too excessive.

Operation of Outside Air Dampers

Close outside air dampers for the first and last hour of occupancy whenever makeup air has to be cooled. Caution should be exercised to ensure that only the minimum

amount of outside air is brought into the building on humid days during normal operation.

Infrequently Used Space

Reduce the use of cooling in spaces in the building which are used infrequently, or only for brief periods of time.

Reheat Systems

Turn off reheat in all areas during the summer months, except where operating requirements necessitate humidity control.

Window and Through Wall Air Conditioning Units

Turn on self-contained window and through-wall air conditioning units only when required, and turn them off when the space is to be unoccupied for several hours. However, if the forecast is for an unusually hot and humid day, it would be advisable to let the unit run on a continuous basis because it will consume less energy in holding the load than it would in trying to pull down the load on startup again.

Central HVAC Plant Operations

General

Shut down unitary air conditioning equipment when buildings are unoccupied to achieve substantial energy savings. Examine energy use in buildings served exclusively by the central HVAC system, and determine what has to be done to permit the maximum shutdown of energy consuming equipment, during periods when buildings have few or no occupants on weekdays, after 17:00, during weekends and on holidays.

Boiler Operations

Operate boilers at design pressure and temperature, exercising due caution to ensure that undue thermal stresses are not created in non-cast iron boilers. Consider eliminating hot standby boilers since, in many cases, a boiler failure will not cause serious hardship. Examine operating procedures when more than one boiler is normally in use. (It is far more efficient to operate one boiler at 90 percent capacity than two at 45 percent capacity.)

Periodic Boiler Tune-up

Carry out periodic boiler tune-up by:

a) Checking flue gas analysis frequently. The efficient combustion of fuel in a boiler requires burner adjustments to achieve proper stack temperature, CO_2 level, and excess air settings. Check settings to provide stack temperatures of no more than 83°C above steam or water temperature. There should be no carbon monoxide. For a gas fired unit, CO_2 should be present at 9.5 to 9.8 percent; for no. 2 oil, 10.5 to 12.0 percent; for no. 6 oil, 12 to 13.5 percent;

b) Adjusting air/fuel ratios of firing equipment. If there is insufficient air, the fire will smoke, causing tubes to become covered with soot and carbon, lowering their heat transfer efficiency. If too much air is used, unused air is heated by combustion and exhausted up the stack, wasting energy.

Chiller Operations

Operate one of multiple compressors and/or chillers at full load, rather than two or more at partial load. Operate condenser

water systems at lower temperatures, and operate only chilled water pumps and cooling tower fans when necessary. Elevate chilled water temperatures when humidity conditions permit.

NOTE: Refer to Public Works Canada, Energy Conservation (E.C. Series) publications for guidance in achieving effective and efficient plant operations. Although some of the above operating criteria are described for central plant operations, they apply as well to heating and cooling plants serving individual buildings.

Food Service Operations

General

Conserve hot water and/or steam in food service operations whenever possible. Operate electrical or gas heating equipment for the minimum required time. Consider installing timers to turn on heating equipment prior to regular operating hours for items requiring preheating.

Refrigeration Equipment

Ensure that doors on walk-in freezers are open for a minimum of time only when access is required. Check door gaskets periodically and replace ones that leak air. Defrost refrigerator units on a regular basis so that ice does not build up on cooling coils. Clean condenser coils at least once per month to prevent dirt build up.

Client Operations

General

Encourage building occupants to wear warmer clothing in the winter months, and cooler apparel during the summer months. Request occupants to refrain from complaining if they experience slight discomfort due to temperatures in the building which exceed the guidelines for brief periods of time during normal working hours. Request building occupants to refrain from opening windows in air conditioned buildings.

Use of Draperies and Venetian Blinds

Where draperies and/or venetian blinds are provided, close them at night and on sunless days during the heating season, to reduce heat loss to the exterior. During the cooling season, request building occupants to close venetian blinds and drapes on hot sunny days to reduce the cooling load.

Heating and Cooling Supply Outlets

Request building occupants to ensure that perimeter fan coil unit grills, radiators and other supply outlets are kept clear of papers, books and other obstructions which could impede the flow of conditioned air into the room or area.

2- Ventilation and Exhaust Systems

Operating Criteria

PWC operating guidelines require that except for purposes of cooling with outside air, ventilation rates shall be maintained in accordance with PWC Standards of Guidelines No. MD15000, 'Environment'

a) Working hours - 500 mL per second/m^2 (0.1 CFM/square foot)

b) Silent hours - none

To satisfy the above criteria, operating adjustments and other measures described in the following paragraphs should be carried out in all PWC buildings, to the extent practicable.

Operation of Building Ventilation and Exhaust Systems

General

Set ventilation rates at 500ML per second/m^2 (0.1 CFM/square foot) maximum between 08:00 and 17:00 weekdays. Consider closing outdoor air dampers during the first and last hour of occupancy, i.e. from 07:00 to 08:00, and from 16:00 to 17:00 weekdays and during weekends and holidays, when air must be heated or cooled, except when operating on economizer cycle during the summer months. Consider installing controls to shut down the building ventilation system automatically for those periods when the building is unoccupied. Reduce exhaust air quantities to the extent possible, and reduce outdoor air to the minimum required to balance the exhaust requirements and maintain a slight positive pressure to retard infiltration-caused heat losses and heat gains. Provide a wind break or install baffles to prevent wind from blowing directly into an outdoor air intake.

Laboratory and Food Service Operations

Use exhaust hoods in laboratories and food service areas only when operations are underway. Consider adding control dampers or gravity dampers to keep the air path in the exhaust duct closed when the fan is not operating. Operate exhaust systems for the minimum required time only.

Parking Garage Operations

Consider the installation of a CO monitoring and control system for the garage ventilation system(s).

Building Washrooms

Consider shutting off direct outdoor air supply to washrooms and other potentially odourous areas. Permit air from other areas to migrate into such areas through door grills and be exhausted. Alternatively, reduce the volume of washroom exhausts in buildings which have multiple washroom exhaust fans having a total fan capacity in excess of outside air requirements. This can be done by wiring a fan interlock into washroom lights through a timed relay, so that the fan is activated only when lights are on. An administrative notice to the effect that lights should be turned off when the room is not in use will help ensure that lights (and the fan) are off when the room is not being used. Another method involves dampening down air volume so that only that amount of air required by the code is removed.

3- Building Lighting Systems

Operating Criteria

PWC operating guidelines require that lighting in PWC administered buildings be maintained in accordance with the following criteria:

a) Interior lighting (occupied space)
   - 550 to 800 Lux (50 to 75 footcandles) at work stations;
   - 300 to 500 Lux (30 to 50 footcandles) in work areas;
   - 100 Lux (10 footcandles) in non-work areas.

b) Interior lighting (unoccupied space)
   - none except that required for safety and security.

c) Exterior Lighting
   - none except that required for safety and security

d) Decorative lighting
   - as approved by PWC Headquarters for individual buildings.

To satisfy the above criteria and also realize the maximum energy saving possible in the operation of building lighting systems, operational adjustments, system adjustments, and other measures described in the following paragraphs should be carried out in all PWC buildings, to the extent practicable. Because the lighting systems of many existing buildings were designed within the restrictions of initial cost economies, without knowledge of final space use and sub-division, there exists significant potential for lighting system modification, including delamping. These modifications can reduce substantially the energy consumed by the lighting system while still providing building occupants with the quality and quantity of illumination required to perform their various tasks and functions.

However, before undertaking any change, it must be recognized that a lighting system has many elements, all interrelated with one another, and that the lighting system itself is interrelated with other systems in the building. While energy can be saved by properly removing lamps and luminaires, disconnection of ballasts, etc., to satisfy PWC operating criteria, such action should only be taken after the entire system has been analyzed and all options evaluated. While energy conservation through delamping is important, it must be achieved in a manner consistent with other requirements, including those of productivity and visual comfort, aesthetics, affect on working conditions subject to consultation under existing employee group contracts, federal, provincial and municipal codes and ordinances, etc. It is also important to recognize that major alterations to a lighting system can have a significant impact on heating and cooling systems, most of which were designed to consider the amount of heat given off by the lighting system as originally designed.

For the above reasons, it is strongly recommended that competent professional assistance be obtained before any significant modifications are made to interior building lighting systems. Such modifications might include delamping to achieve lighting levels specified in the operating guidelines, or adjustments to light switching arrangements to facilitate turning off the maximum amount of building lighting, when cleaning operations are underway, but the building is otherwise essentially unoccupied. Property Managers should ensure that projects involving delamping or modifications to light switching arrangements are accorded the highest priority.

Operation of Building Lighting Systems

General

In consultation with client authorities and regional PWC staff, develop plans for the reduction in lighting levels in the building to achieve the operating criteria described above. Establish an effective lighting use program - a planned program to turn lights on only when and where they are needed, and to turn lights off when space is unoccupied, even for brief periods of time. Such programs can be tailored to the individual characteristics of the space and needs of its occupants. Modifications to light switching arrangements may be required, and these should be planned and carried out as quickly as possible.

Light Switching Arrangements

Establish a program to modify light switching arrangements, if necessary. Consider the need for more switching near work stations, and separate switching for banks of perimeter light fixtures. Consider posting a small sign or chart near each light switch to identify which lights are controlled by the switch, so that occupants can be more selective and encouraged to turn off lights observed to be on, but not in use, outside of their working area. Such postings will help to reduce trial-and-error which can consume significant amounts of energy as banks of lights are quickly activated and deactivated. Discourage night security staff from turning on all lights each morning in advance of employees arriving for work.

Building Outdoor Lighting Systems

Reduce outdoor security and safety lighting to the minimum required. Coordinate street lighting with security lighting and eliminate duplication. Use photo cells for turning on exterior lights and time clocks for turning off exterior lights. Turn off all decorative floodlighting and display lighting not specifically approved for continued use.

Cleaning Schedules and Cleaning Operations

Consult with the building cleaning contractor, or the PWC component of the PSAC Local for buildings cleaned with PWC staff, to have the cleaning operations rescheduled, as follows:

a) Routine Cleaning
Routine cleaning operations should be performed Monday through Friday, utilizing one of the following options, in the following order of preference from an energy conservation standpoint:

- During daylight hours.
- During daylight hours with exception of wastebaskets and ashtrays which will be emptied and cleaned between 17:00 to 19:00.
- Commence at 17:00 and conclude at 21:00.
- Commence at 19:00 and conclude at 23:00 to avoid peak demand period.

Cleaning operations should be carried out in such a manner that no more than 25 percent of the building will be illuminated while cleaning operations are underway during unoccupied hours, i.e., work should be completed on each floor, or section of a floor, and lights switched off in that area, before proceeding to the next floor or section of a floor to commence operations in that area. Where individual offices are equipped with light switches, lights are to be turned on when entering to clean the office, and switched off, immediately, on leaving the office to proceed to clean the next office.

b) Scheduled Operations
Scheduled operations will be performed on Saturdays and Sundays between the hours of 08:00 to 16:00. Alternatively, scheduled operations will be performed Monday through Friday between the hours of 11:00 to 07:00. The contractor or cleaning services foreman is to ensure that only lighting in the immediate area of operations is used, and that lights are switched off in the area, before the crew commences operations in another area of the building.

Cleaning Services Specifications and Contracts

Where the above schedules cannot be established at reasonable cost by amending the existing contracts, ensure that these requirements are included in the new specification before tenders are called for a new contract. At time of award, require the contractor to submit in writing, his plan of operation to conform with the above requirements.

Maintenance of Building Lighting Systems

Maintaining Illumination Levels

The maintenance of lighting equipment to ensure adequate illumination levels takes on added significance with non-uniform lighting and lower lighting levels that will exist after delamping. Periodic inspection will be required to ensure that task lighting levels do not fall below 70 percent of nominal specified design levels. These inspections should also be used to confirm that if tasks have been relocated, adequate lighting has been provided at the new location, and excess lighting has been removed from the old location. Measures to be taken to ensure maximum lighting efficiency are as follows:

a) wipe lamps clean at regular intervals;
b) clean reflecting surfaces and shielding media frequently. Replace lens shielding that has yellowed, or become hazy, with clean acrylic lens with good non-yellowing properties;
c) clean ceiling, walls and floors frequently to improve reflective qualities;
d) where light output has fallen below 70 percent, relamp all fixtures in the group at the same time. This will also be an opportunity to determine whether a more efficient, lower wattage, lamp would be suitable.

Client Operations

General

Building occupants should be trained and assigned responsibilities for the efficient utilization of lighting with established schedules for control of lighting. Campaign for better lighting utilization by using letters, memos, signage and personal contacts to encourage building occupants to use lighting only when it is needed, to use only the amount of lighting required, and to turn off lights whenever they are not needed. Encourage building occupants to switch off lighting in locations close to windows, when there is sufficient daylight to perform tasks not requiring high illumination levels, when this can be done without physical discomfort being experienced by individuals in the area.

Building Occupants Required to Work in a Building after Normal Working Hours

When existing circuitry makes it impossible to utilize less than 25 percent of the lighting in a large area, when light is needed, and individual employees are required to work in the building after normal working hours, consider intiating a desk lamp issue program which would enable employees, working at night, to use a

single desk lamp or two, instead of turning on a large bank of luminaires. Alternatively, consider requiring employees to take their working materials to a small working room in the interior core of the building, where lighting use can be restricted to the confines of that room, and where all employees working in the building after normal working hours, can be accommodated.

NOTE: Refer to PWC publication "Guidelines for Lighting Energy Conservation in Government Offices", (EC 201) Nov., 1977 for guidance on delamping, and lighting energy utilization.

4- Domestic Hot Water Systems

Operating Criteria

PWC operating guidelines require that domestic hot water temperatures in PWC administered buildings be reduced and maintained at a maximum of 38°C only, when the building is occupied.

Operating Adjustment and Control

To satisfy the criteria described above, the following measures should be carried out:

a) Inspect and test hot water cotrols to determine if they are working properly. If not, either regulate, repair or replace them.

b) Add thermostats to domestic water circulating pumps to maintain water at 38°C in the circulating loop.

c) Add controls to domestic water circulating pumps and/or domestic water heaters to shut them down during unoccupied building hours.

d) If water pressure exceeds 40 to 50 pounds, consider installing a pressure-reducing valve on the main service to restrict the amount of hot water that flows from taps.

e) Boost hot water temperature locally for kitchens and other areas where required, rather than providing higher than necessary hot water temperatures for the entire building.

Refrigerated Water Fountains

Set the thermostats so that the drinking water temperature shall be not less than 18°C during the summer months.

If the water temperature is below 18°C during the other seasons, then shut off the refrigeration systems during that time.

5- Car Engine Block Heater Outlets

Operating Criteria

Policy governing the installation of car engine block heater outlets is contained in Treasury Board Minute number 551601, Treasury Board Circular 1960-11. An article is currently being prepared for promulgation in the Property Administration Branch Manual requiring that:

a) All unauthorized car block heater outlets be discontinued and removed;

b) authorized outlets be used only for authorized vehicles; and

c) that outlets are not to be used to supply power to car warmers, battery heaters, seat warmers, battery chargers, etc.

Installation of Timers

The article proposes that with the exception of outlets provided for vehicles having indeterminate duration parking requirements, i.e., some service and inspection vehicles, all car engine block heater outlets should be controlled by a timing device so that the outlet is energized only approximately two hours before the vehicle is required to be operated. The energization period should be planned to avoid coinciding with peak power demand periods, to the extent possible.

CHECK LIST

1 a) Building _____ d) Gross Area _____ m^2

b) Address _____ e) Inspector _____

c) Cost Centre _____ f) Date of Inspection _____

2 Facility Record

a) Clients

i) Federal _____

ii) Commercial _____

iii) Others _____

b) Inside Parking

i) Heated _____

ii) Un-Heated _____

c) Warehouse/Storage

i) Heated _____

ii) Un-Heated _____

d) Canteen _____

e) Cafeteria _____

f) Parking Outside _____

i) Plug-Ins _____

g) Heating Facilities

i) C.H.P. _____

ii) Boiler Room _____

iii) Furnace _____

iv) Electric _____

h) Air Conditioning

i) C.H.P. Ch. W. Supply _____

ii) Central System _____

iii) Unitary System _____

iv) Other _____

i) Special Areas _____

_____

_____

_____

3 Categories of Space (see note)

		Total Area	(Inside Gross Area) Area in which Guidelines Planned or Implemented (m^2)					
a) Office	1 _____	2 _____	e) Inside Parking	1 _____	2 _____			
b) Commercial	1 _____	2 _____	f) Housing	1 _____	2 _____			
c) Process	1 _____	2 _____	g) Special	1 _____	2 _____			
d) Warehouse	1 _____	2 _____	h) Educational	1 _____	2 _____			
			i) Service Area	1 _____	2 _____			

4 Hours when building is occupied _____

5 Client Departments (List) _____

6 Other Tenants (List) _____

7 Building Services

a) Canteen Cafeteria _____ In-House _____ Contract _____

b) Cleaning _____ In-House _____ Contract _____

c) Horticulture _____ In-House _____ Contract _____

8 Operational Guidelines	Inspected (Date)	Deficiency Recorded (Date)	Operations Adjusted (Date)	Retrofit Completed (Date)	Remarks
a) Heating Systems					
i) Temperature Control Settings					
ii) Air Systems					
iii) Commercial Areas					
iv) In-Door Garages, Loading Docks					
v) Lobbies, Corridors and Vestibules					
vi) Portable Electric Heaters					
vii) Ramp Snow Melting Systems					
viii) Roof Melting Systems					
ix) Storage Rooms					
x) Humidification Systems					

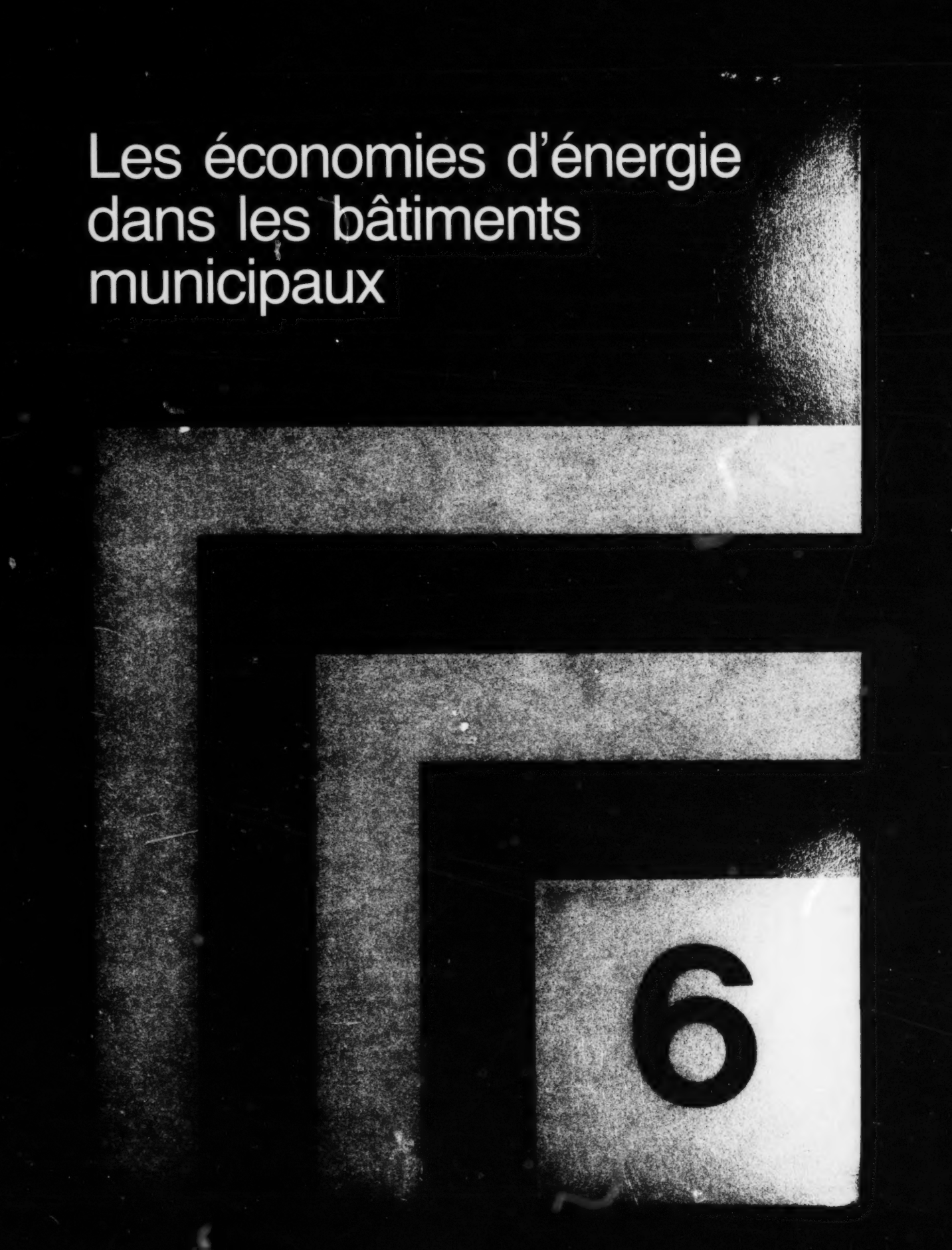
CHECK LIST

	Inspected (Date)	Deficiency Recorded (Date)	Operations Adjusted (Date)	Retrofit Completed (Date)	Remarks
b) Cooling Systems					
i) Temperature Control Settings					
ii) Outside Air Dampers					
iii) Storage Spaces					
iv) Reheat Adjustments					
v) Window and Through-Wall Units					
c) HVAC Plant Operations					
i) Equipment Operating Times vs Loads					
ii) Boiler Operations					
iii) Flue Gas Analysis					
iv) Air/Fuel Analysis					
v) Chiller Operations					
d) Food Service Operation					
i) General					
ii) Refrigeration Equipment					
e) Client Operation					
i) Provide Guidelines to Client Administrative Staff(s)					
f) Ventilation and Exhaust Systems					
i) Control Settings					
ii) Laboratories and Food Services					
iii) Parking Garage Operations					
iv) Washrooms					
g) Lighting Systems (See EC 201)					
i) Operational Criteria					
ii) Operational Program					
iii) Switching Arrangements					
iv) Outdoor Lighting					
v) Lighting Levels					
h) Cleaning Operations					
i) Cleaning Operations					
i) Domestic Hot Water Systems					
i) Operating Criteria					
ii) Ancillary Equipment					
j) Car Engine Block Heaters					
i) Operating Criteria					

MISCELLANEOUS REMARKS

Inspector _____ Date _____

Les économies d'énergie dans les bâtiments municipaux



énerSage

Pour les municipalités

Les économies d'énergie dans les bâtiments municipaux

Table des matières

Introduction		1
1	Une stratégie pour économiser l'énergie dans les bâtiments	2
2	Une ventilation de la consommation énergétique dans les bâtiments	2
3	L'adoption de mesures d'économie	3
	Installations de chauffage et de climatisation	3
	Éclairage	5
	Chauffe-eau et autres demandes d'énergie	5
	Enveloppe du bâtiment	5
	Ventilation	6
	Électricité — consommation et demande	6
4	L'analyse des installations énergétiques des bâtiments	7
5	Choix de références bibliographiques	9
Annexe:	Directives d'exploitation concernant l'économie de l'énergie dans les bâtiments existants et chaufferies	

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec le ministère de l'Énergie de votre gouvernement provincial ou avec le ministère fédéral de l'Énergie, Mines et Ressources, Ottawa.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N° de cat. M22-68/1982-6F
ISBN 0-662-91598-4
ISBN 0-662-91592-5 (série)

Les économies d'énergie dans les bâtiments municipaux

Introduction

De tous les postes du budget énergétique municipal, les bâtiments municipaux sont de loin les plus gros consommateurs d'énergie. Une étude, réalisée auprès de sept municipalités canadiennes*, a permis de constater que la consommation énergétique dans les bâtiments n'a jamais été inférieure à 33 % du total. Lorsqu'on exclut les données concernant le transport en commun, ce pourcentage s'élève jusqu'à environ 50 %.

Tableau 1

Consommation d'énergie dans les bâtiments municipaux

	Consommation énergétique totale (GJ)	Superficie (m^2)	Consommation énergétique totale dans les bâtiments (GJ)	Consommation relative dans les bâtiments	Consommation relative dans les bâtiments en excluant le transport en commun
Montague (Î-P-É.) (pop. 1 800)	3 508	706	1 547	44	44
Summerside (Î-P-É.) (pop. 8 600)	32 650	8 089	18 163	56	56
Granby (Québec) (pop. 37 300)	138 369	27 554	51 851	37	52
Victoria (C.-B.) (pop. 63 800)	257 929	102 672	92 914	36	53
Saint-Jean (N.-B.) (pop. 35 900)	293 935	69 312	122 849	42	48
Ottawa (Ont.) (pop. 304 500)	1 360 325	264 032	462 956	34	51
Winnipeg (Man.) (pop. 560 900)	1 945 108	372 631	721 980	37	53

*Source: "Municipal Energy Audit: A Practical Guide to the Identification of Energy Expenditures", Building Series No. 3, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Le tableau 1 illustre la consommation énergétique des bâtiments municipaux par rapport à la consommation globale de la municipalité.

En raison de la complexité de leur exploitation, les bâtiments municipaux offrent aussi de très grandes possibilités d'économie d'énergie, souvent à peu ou pas de frais. Outre l'enveloppe des bâtiments, les installations de chauffage, d'aération et de climatisation, l'eau courante et les diverses opérations menées dans le bâtiment sont autant de cibles pour les initiatives d'économie d'énergie.

Ces initiatives peuvent toutefois se compliquer du fait que les bâtiments occupés et exploités par les administrations municipales sont fort variés. Ceux-ci peuvent comprendre:

- des immeubles à bureaux,
- divers genres de garages et de parcs de stationnement,
- des ateliers de réparation et d'entretien,
- des centres communautaires et des bibliothèques,
- des postes de police et des casernes de pompiers,
- des centres sportifs, des piscines et d'autres installations de loisirs,
- des bains municipaux,
- des installations de traitement d'eau et d'eaux usées, des stations de pompage, et autres équipements,
- des immeubles d'habitation et des maisons appartenant à la municipalité

Pour certaines de ces catégories, les immeubles à bureaux par exemple, les techniques d'économie sont bien connues et il existe déjà une documentation abondante et précise. Les économies d'énergie dans les autres types de bâtiments municipaux, comme les installations de loisirs, demeurent une question moins bien connue et pourraient susciter certains problèmes lors de l'élaboration et de l'application d'un programme d'économie d'énergie.

1 – Une stratégie pour économiser l'énergie dans les bâtiments

Une campagne générale axée sur des mesures d'économie à peu ou pas de frais constitue, au début, le meilleur moyen de réduire le gaspillage de l'énergie dans les bâtiments municipaux. Cette optimisation interne du rendement énergétique des bâtiments devrait être réalisée par le personnel de l'administration municipale (en faisant appel, au besoin, à un spécialiste en mécanique ou en électricité). La modification des méthodes d'exploitation et d'entretien serait particulièrement importante à cette étape. Après avoir adopté les mesures internes qui s'imposent, la municipalité devrait faire appel à un cabinet d'ingénieurs-conseils réputé, pour faire une analyse professionnelle de la situation.

Le programme interne des économies d'énergie dans les bâtiments fait partie intégrante de la stratégie municipale pour économiser l'énergie. L'adoption de mesures efficaces d'exploitation et d'entretien peut permettre des économies de l'ordre de 10 à 40 %. De plus, la période de recouvrement de l'investissement dépasse rarement un cycle complet d'exploitation.

L'importance d'avoir recours aux services d'un expert-conseil professionnel, spécialisé dans les questions énergétiques, peut sembler moins évidente; mais en négligeant cette mesure, on peut faire certains oublis et rater certaines occasions d'économiser de l'énergie ou encore retarder certaines décisions qui pourraient coûter aux contribuables plusieurs fois plus que les honoraires de cet expert-conseil. Idéalement, il devrait travailler en étroite collaboration avec les employés municipaux affectés à l'entretien, et les faire participer tant à la mise en application de nouvelles mesures d'économie d'énergie qu'au contrôle des répercussions du programme.

On trouvera à l'annexe une communication publiée par le ministère des Travaux publics, intitulée "Directives d'exploitation concernant l'économie de l'énergie dans les bâtiments existants et chaufferies". Il s'agit d'un manuel complet et détaillé qui fournit une bonne base aux initiatives internes ayant pour objet les économies d'énergie, peu importe la taille de l'immeuble.

2 – Une ventilation de la consommation énergétique dans les bâtiments

La plus grande quantité de l'énergie consommée dans les bâtiments (à des fins autres que la transformation) sert au *chauffage*, habituellement au mazout ou au gaz, et, plus rarement, à l'électricité. Dans les immeubles abritant des bureaux ou des logements, l'énergie consommée

pour le chauffage atteint souvent plus de la moitié de toute la consommation énergétique du bâtiment, et jusqu'à plus de 90 % dans les garages. Habituellement, une bonne partie de cette énergie, souvent plus de la moitié, peut être économisée en modifiant à ces fins les installations de chauffage et de ventilation et l'enveloppe du bâtiment et en améliorant les procédés d'exploitation et d'entretien des équipements.

L'éclairage, soit le deuxième principal consommateur d'énergie dans la plupart des bâtiments, peut représenter plus de 30 % de toute la consommation énergétique. Ce domaine offre les plus grandes possibilités d'économie, étant donné que les bâtiments construits en Amérique du Nord au cours des 20 ou 30 dernières années ont habituellement été suréclairés.

Les équipements utilisés pour le traitement de l'air et le pompage de l'eau (ventilateurs et moteurs de pompes) consomment également d'importantes quantités d'énergie, variant entre 8 et 25 % de la consommation totale. On peut économiser une bonne partie de cette énergie en fermant les ventilateurs et les pompes lorsque les appareils ne sont pas requis (l'option la moins coûteuse), en ralentissant les ventilateurs actionnés par des courroies à la vitesse minimale acceptable (une autre mesure peu coûteuse) et enfin, en remplaçant les moteurs trop puissants ou inefficaces par des moteurs plus convenables, plus efficaces ou encore par des moteurs à vitesse variable. Cette dernière mesure est coûteuse et n'est habituellement pas économique à moins qu'il ne faille remplacer le moteur de toute façon.

Suit *la climatisation mécanique des bâtiments ordinaires* dotés d'installations classiques de climatisation de l'air; la climatisation peut consommer 10 % du budget énergétique municipal de l'année. Lorsqu'on tient compte des coûts, la demande d'énergie pour la climatisation joue un rôle encore plus important: en effet, comme cette demande est habituellement satisfaite par l'électricité, cette charge est souvent requise au même moment que la demande d'électricité régulière, ce qui relève les tarifs applicables aux fortes demandes (voir "Électricité – consommation et demande").

3 – L'adoption de mesures d'économie

Ainsi que déjà mentionné, il est possible de réaliser d'importantes économies d'énergie dans les bâtiments en modifiant les procédés d'exploitation et d'entretien et en procédant à l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et des installations d'alimentation en énergie.

Les mesures concernant les procédés d'exploitation et d'entretien sont habituellement peu coûteuses et exigent peu ou pas de dépenses d'investissement. D'autre part, elles peuvent grandement réduire la consommation énergétique. On aura donc avantage à adopter ces mesures aussitôt qu'elles auront été identifiées.

Par contre, la remise en état de l'enveloppe du bâtiment et des installations d'alimentation en énergie exige des dépenses en immobilisation souvent considérables. Il faudra examiner attentivement ces projets et établir des priorités, en regard du programme global des économies d'énergie. Considérés isolément, certains projets peuvent sembler fort attrayants, mais devenir peu rentables à la comparaison, en raison d'autres solutions qui offrent les mêmes avantages à moindre coût.

On aura donc intérêt à faire appel à des ingénieurs réputés pour procéder à une étude complète de rentabilité des diverses options techniques. L'expert-conseil peut également jouer un rôle utile en contrôlant l'application des mesures d'économie d'énergie, de façon à s'assurer que le programme soit le plus efficace et le plus rentable possible. Lorsqu'on fait appel à des experts-conseils, il importe cependant de s'assurer qu'ils ont les compétences et l'expérience nécessaires pour évaluer correctement les possibilités d'économie d'énergie.

Installations de chauffage et de climatisation

Au Canada, on trouve des installations de chauffage et des installations alliant chauffage et climatisation, dans presque tous les bâtiments. En règle générale, ces installations assurent également la ventilation et la circulation de l'air dans les aires occupées, fonction essentielle au confort des occupants. C'est pourquoi ces systèmes, qualifiés d'installations C.V.C. (chauffage,

ventilation, climatisation), doivent fonctionner lorsque le bâtiment est occupé, même si l'on a besoin ni de chauffage ni de climatisation.

L'une des premières règles à suivre en vue d'une gestion efficace de l'énergie consiste à interrompre le fonctionnement des systèmes lorsqu'on n'en a pas besoin. Habituellement, on peut les interrompre avant la fin de la période d'occupation du bâtiment et les laisser inactifs durant presque toute la période où le bâtiment est inoccupé. Les économies attribuables à ces mesures simples et habituellement peu coûteuses sont importantes, même si la quantité d'énergie économisée dépend dans une certaine mesure du type d'installations C.V.C. en place.

On aura également avantage à procéder à l'optimisation des installations et au réglage des dispositifs de contrôle dans tous les bâtiments. Si l'on peut contrôler la température dans les aires occupées, et notamment calibrer les dispositifs permettant de contrôler la température pour tenir compte de la saison et du moment de la journée (par exemple, abaissement de la température la nuit), on pourra réaliser d'importantes économies d'énergie.

Certaines installations C.V.C. s'avèrent toutefois fondamentalement inefficaces, même si elles font l'objet d'un bon entretien et d'une exploitation convenable.

Il existe encore certaines installations vétustes antérieures à 1973, notamment les installations utilisant des "terminaux de réchauffement" ou encore certaines variations du système à "canalisations parallèles". Ces deux genres de systèmes mécaniques ont une chose en commun: la plupart du temps, le même air doit être chauffé *et* refroidi avant d'être libéré au point de sortie.

Ce double emploi, de même que le gaspillage d'énergie inhérent, représente le prix que les concepteurs devaient payer pour obtenir une souplesse d'exploitation et une précision de contrôle extraordinaires. Ces installations ont été extrêmement populaires durant les années 60 et au début des années 70, période de prospérité pour l'industrie de la construction, et on les retrouve le plus souvent dans les bâtiments récents.

Les bâtiments conçus aujourd'hui sont dotés d'installations C.V.C. beaucoup plus efficaces, qui éliminent le chauffage et le refroidissement simultanés de l'air, source de gaspillage; les nouvelles installations sont souvent munies de dispositifs à "volume variable" qui permettent de contrôler automatiquement le volume d'air froid admis dans les locaux du bâtiment pour correspondre à la demande de climatisation et de chauffage. On peut ainsi réduire les frais d'exploitation et les besoins sur le plan chauffage et climatisation. Il est maintenant possible de concevoir un grand immeuble à bureaux où tous les besoins en chauffage sont satisfaits à même la chaleur dégagée par les personnes, l'éclairage et les équipements.

Les municipalités auraient peut-être avantage à convertir certains anciens systèmes à "volume constant" en installations à "volume d'air variable" (ou VAV). Dans la plupart des cas, comme une conversion radicale se révélerait peu économique, on conservera les installations C.V.C. en place. Toutefois, d'autres modifications visant à améliorer l'efficacité des installations existantes peuvent s'avérer rentables, et il faudra les identifier au moment de procéder à la vérification de la consommation énergétique. Ainsi:

- On peut faire varier la température de l'air admis dans un système à volume constant ou à canalisations parallèles, au lieu de maintenir une température constante prédéterminée.

- On peut régler la température de l'air admis, dans un système C.V.C. à induction, de façon à éviter le chauffage et le refroidissement simultanés de l'air.

- On peut vérifier et, au besoin, recalibrer les débits d'air.

Dans tout immeuble, les occupants, les équipements et l'éclairage dégagent de la chaleur. Cette chaleur peut subvenir en tout ou en partie aux besoins de chauffage d'un bâtiment, si cette chaleur est recueillie, stockée et réutilisée. La thermopompe, constitue l'un des dispositifs les plus répandus pour récupérer et réutiliser cette chaleur qui, autrement, serait perdue. Des appareils élaborés ont été conçus pour utiliser des thermopompes internes dans les grands immeubles à bureaux. Ils s'y prêtent particulièrement bien lorsqu'il y a une source uniforme et constante de chaleur, comme dans le cas d'un bâtiment abritant un service important d'informatique.

Même si les thermopompes et les autres systèmes de récupération de la chaleur (comme les boucles et les serpentins) ne s'avèrent pas immédiatement rentables sur le plan économique dans la plupart

des bâtiments existants, on aura quand même avantage à en tenir compte au moment de l'évaluation des projets.

Éclairage

L'éclairage consomme beaucoup d'énergie dans les bâtiments commerciaux, tant pour l'éclairage proprement dit que pour la neutralisation de la chaleur dégagée par les appareils d'éclairage. En moyenne, sur une année, chaque watt d'énergie utilisé pour l'éclairage nécessite plus qu'un autre demi-watt pour la climatisation et le fonctionnement des pompes et des ventilateurs.

Avec le temps, l'intensité d'éclairage en Amérique de Nord s'est constamment élevée, et maintenant, elle est deux fois supérieure à celle de plusieurs pays d'Europe. Il n'est pas nécessaire de maintenir un éclairage aussi intense dans la plupart des bâtiments. Un éclairage intense n'est pas non plus nécessairement synonyme d'éclairage de grande qualité. Le temps semble venu de se concentrer sur la qualité de l'éclairage plutôt que sur son intensité.

Plusieurs immeubles à bureaux sont munis de tubes fluorescents encastrés qui donnent en moyenne un éclairement lumineux de 1076,40 lx. Ces immeubles consomment en moyenne 42 W/m^2, pour l'éclairage (soit W/pi^2). Maintenant, les nouveaux immeubles sont conçus avec des plafonds à caissons ou un éclairage d'appoint. Ils consomment ainsi moins de 20 W/m^2 et assurent des aires de travail dotées d'un éclairement de 753,48 lx.

Cette conception beaucoup plus efficace de l'éclairage permet également de réduire la demande d'énergie pour la climatisation et pour actionner les pompes et les ventilateurs. Alliée aux économies directes réalisées grâce à la réduction de l'éclairement, elle se traduit par des économies impressionnantes d'au moins 20 % du budget énergétique global du bâtiment.

Même s'il n'est pas possible de réaliser des économies dans la plupart des immeubles existants, on peut néanmoins réduire de moitié la demande d'énergie aux fins d'éclairage, en prenant les mesures suivantes:

- Débrancher tous les appareils non essentiels dans les aires de travail.
- Réduire le nombre d'appareils d'éclairage dans les aires où personne ne travaille, notamment les halls, les couloirs et les pièces réservées à l'entreposage. On réduira au minimum l'éclairage de ces pièces, tout en respectant bien entendu les consignes de sécurité.
- Réduire l'éclairage près des fenêtres. On aura avantage à utiliser des circuits distincts ou des rhéostats dans toutes les aires où un éclairement complet n'est nécessaire que périodiquement.
- Remplacer les fluorescents, à mesure qu'ils grillent par des fluorescents plus efficaces.
- Garder les murs, les plafonds et les appareils propres et choisir des couleurs qui reflètent la lumière. Les couleurs sombres et la poussière réduisent l'éclairement.
- Éteindre les lumières lorsque les pièces ne sont pas utilisées et insister pour que les préposés au ménage fassent de même.

Chauffe-eau et autres demandes d'énergie

Le chauffage de l'eau à des fins domestiques ne figure pas parmi les grands consommateurs d'énergie dans les immeubles commerciaux, mais on peut quand même faire des économies importantes en réduisant la température de l'eau à 40°C ou moins, en isolant les réservoirs et les canalisations accessibles et en installant des valves automatiques ou des dispositifs pour réduire le débit.

Enveloppe du bâtiment

La quantité d'énergie nécessaire pour chauffer un bâtiment est déterminée essentiellement par la qualité de l'enveloppe du bâtiment et plus spécifiquement par sa résistance thermique et son étanchéité.

La résistance thermique de l'enveloppe du bâtiment est fonction des propriétés isolantes des murs, du toit et des fenêtres. Il est souvent coûteux d'améliorer cette résistance thermique, et une analyse économique approfondie peut s'avérer nécessaire pour justifier la décision de refaire l'isolation thermique des murs, d'améliorer celle des fenêtres ou de procéder à l'amélioration du toit. Par contre, le scellement de l'enveloppe du bâtiment de façon à réduire les infiltrations incontrôlées d'air de l'extérieur peut s'avérer plus

simple et plus rentable, si l'on peut identifier les principales causes d'infiltration. Il existe plusieurs matériaux classiques et nouveaux pour améliorer l'étanchéité des bâtiments, y compris les mélanges à calfeutrage.

On devrait toujours examiner la possibilité de refaire l'isolation thermique des bâtiments lorsqu'on procède à des rénovations ou à des modifications. Mis à part le coût du matériau isolant, il en coûte très peu pour isoler un toit, si le travail se fait au moment de la réfection du toit; ce même travail peut s'avérer beaucoup plus coûteux, si le travail est fait à un autre moment.

Ventilation

La plupart des bâtiments modernes sont munis de mécanismes de ventilation pour assurer aux occupants un milieu propre et frais. Des normes et des pratiques régissent la conception et le fonctionnement des installations de ventilation pour en assurer la qualité. Toutefois, l'expérience acquise dans des centaines de bâtiments au Canada indique que, dans la plupart des cas, on enregistre un gaspillage important d'énergie au niveau du chauffage et de la climatisation. L'optimisation de la ventilation permettra au propriétaire du bâtiment de réaliser des économies importantes.

On accepte généralement que, dans la plupart des bâtiments, un volume de 7 à 10 pi^3/min (3 à 5 L/s) d'air frais par occupant suffit à maintenir des conditions satisfaisantes. Toutefois, dans la pratique, ce niveau peut être dépassé plusieurs fois.

On peut réduire la ventilation de plusieurs façons: en ramenant au minimum le registre d'admission de l'air extérieur du système central, en réparant ou en remplaçant les registres qui ont des fuites ou en réduisant la période de "marche" des installations C.V.C. et des ventilateurs de propulsion, et ainsi de suite.

Il est impossible de préciser une formule simple et générale pour déterminer la quantité d'énergie "nouvelle" nécessaire pour réchauffer l'air utilisé pour la ventilation durant la saison froide, étant donné que celle-ci dépend des caractéristiques du bâtiment. Toutefois, on peut soutenir qu'une ventilation mécanique excessive, combinée à des infiltrations d'air incontrôlées, coûte aux propriétaires de bâtiments des millions de dollars chaque année.

Électricité – consommation et demande

L'électricité est la forme d'énergie la plus pratique à utiliser dans les bâtiments. Certains bâtiments comptent sur l'électricité pour subvenir à tous leurs besoins énergétiques, même pour le chauffage, et ce, malgré son coût habituellement plus élevé.

La plupart des mesures d'économie d'énergie discutées ici s'appliquent tout aussi bien à ces bâtiments qu'aux bâtiments dont des combustibles assurent le chauffage. Toutefois, l'électricité diffère des autres combustibles quant à la façon dont les fournisseurs, soit dans ce cas les services publics, fixent les tarifs.

La facture d'électricité comporte deux imputations ou charges: des frais de consommation et des frais variant selon la demande. Les *frais de consommation* sont relativement simples à établir, même si le taux diminue habituellement (en blocs) au fur et à mesure que la consommation augmente. Ainsi, les 10 000 premiers kilowatts-heures consommés au cours d'une période de facturation (un mois) pourront coûter 332 $, alors que le reste de l'énergie consommée sera compté à raison de 2,16c./kWh.

Les *frais variant selon la demande*, exprimés en dollars le kilowatt, dépendent du plus grand débit de pointe enregistré durant une période de facturation donnée. Les compteurs de demande n'enregistrent habituellement pas les pointes de courte durée, mais toute demande de pointe de 15 min ou plus sera consignée.

Les frais variant selon la demande peuvent être établis de plusieurs façons. Le plus souvent, il s'agit de taux uniques par kilowatt, ou de taux uniques applicables au delà du bloc initial d'énergie, lequel est gratuit (par exemple, pour les 50 premiers kilowatts: aucun frais; mais le reste de la consommation est facturé à raison de 6 $ le kilowatt). Certaines entreprises de service public prévoient une "disposition spéciale", qui consiste habituellement en une "pénalité" applicable à une année entière, dans le cas d'une période de pointe unique.

La structure tarifaire se révèle un facteur très important de la stratégie d'économie d'énergie. Deux bâtiments identiques, versant au départ des sommes identiques pour leur électricité, situés sur une même rue, l'un en face de l'autre, appartenant au même propriétaire, exploités par la même équipe et contrôlés par le même ingénieur,

peuvent adopter des mesures d'économie d'énergie différentes, si l'électricité leur provient de fournisseurs différents.

Un tarif peut favoriser la consommation d'électricité en dehors des périodes de pointe en imposant des frais élevés relevant de la demande et des frais de consommation faibles, incitant ainsi le propriétaire du bâtiment à installer des réservoirs de stockage thermique, tant pour l'eau chaude que pour l'eau refroidie, combinés à une exploitation nocturne des refroidisseurs et (ou) des chauffe-eau électriques et à un régime de réduction draconienne de la charge, tout particulièrement si les demandes de pointe sont pénalisées.

Par contre, l'autre tarif peut favoriser une réduction de la consommation sans réduire de façon significative la demande de pointe au moyen d'un tarif de consommation plus élevé et d'un tarif de demande plus faible. Ceci peut justifier une réduction plus draconienne de l'éclairage, sans pour autant nécessiter le stockage thermique ou une réduction de la charge.

Il existe plusieurs sources de renseignements concernant les tarifs des services d'électricité et la façon dont ces tarifs influencent les stratégies d'économie d'énergie. Toutefois, une analyse approfondie par un ingénieur compétent se traduira par des recommandations appropriées – celui-ci tiendra compte des tarifs locaux, de la facturation pour au moins une saison complète, du schéma de la demande (certains services d'électricité installeront un compteur de demande dans votre édifice, à titre gracieux, pour une période donnée) et des diverses installations énergétiques (C.V.C., éclairage, eau chaude).

À l'exception des charges non inductives (par exemple, les appareils de chauffage à éléments ou les lampes incandescentes), presque tous les appareils électriques ont tendance à déformer le courant électrique. Une mesure de cette déformation est le facteur de puissance, qui est fonction du décalage du courant (ampérage) par rapport à la tension (voltage). Le facteur de puissance est excellent s'il se situe au niveau de 1,0 (sa plus haute valeur possible), bon s'il est supérieur à 0,9, et habituellement inacceptable lorsqu'il est inférieur à 0,85. Certains services d'électricité pénalisent les clients dont le facteur de puissance est faible. On peut redresser le facteur de puissance en installant des capaciteurs appropriés.

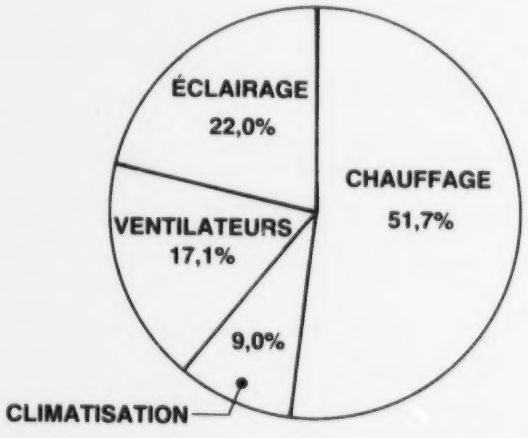
4 – L'analyse des installations énergétiques des bâtiments

Rien ne peut remplacer une analyse professionnelle de la rentabilité des installations énergétiques d'un bâtiment. Cette analyse peut se faire au moyen d'une évaluation professionnelle et de calculs (manuels) simplifiés, quoique, pour les cas plus compliqués, la simulation informatisée offre des avantages sensibles.

La simulation informatisée des installations énergétiques d'un bâtiment constitue un outil relativement nouveau et utile pour l'ingénieur. Elle permet de calculer l'équilibre énergétique avec beaucoup plus de précision et se prête bien à l'évaluation de solutions multiples et variées.

Suit un bref compte rendu de l'analyse d'un immeuble à bureaux type, analyse réalisée par Vinto et Yoneda pour le Conseil national de recherches du Canada (C.N.R.C.). Cet exemple indique le genre de renseignements que peut fournir la simulation informatisée.

- L'immeuble étudié, une tour à bureaux de 130 000 pi^2 située à Edmonton, avait une consommation énergétique de 2,45 $GJ/m^2/a$ (63,2 $kWh/pi^2/a$), ventilée comme suit:



Les ingénieurs ont retenu les 12 mesures d'économie suivantes pour réaliser un programme logique d'économies d'énergie dans un immeuble à bureaux:

- réduction de l'entrée d'air extérieur
- programme d'interruption des appareils
- réduction de la température lorsque l'immeuble est inoccupé
- humidification et déshumidification (nouveau réglage)
- modification de l'éclairage (soit interruption lorsque l'immeuble n'est pas occupé, réduction générale de l'intensité, remplacement de certains tubes fluorescents par des appareils permettant d'économiser l'énergie)
- contrôle localisé de la température de l'air frais
- contrôle sur demande de la température de l'air frais
- réduction de la température de l'eau chaude pour fins domestiques
- climatisation en utilisant l'air frais
- réduction de la circulation de l'air
- abaissement de la température de l'eau des condensateurs

On a d'abord évalué les quatre mesures particulières suivantes:

1. Interruption des systèmes mécaniques et électriques du bâtiment de 18 h à 7 h, sur semaine, et toute la journée, en fin de semaine.

2. Réglage saisonnier des thermostats à 70°F du 1er octobre au 31 mai, et à 76°F du 1er juin au 30 septembre.

3. Enlèvement de fluorescents, de façon à réduire la consommation énergétique à 2, 5 W/pi^2.

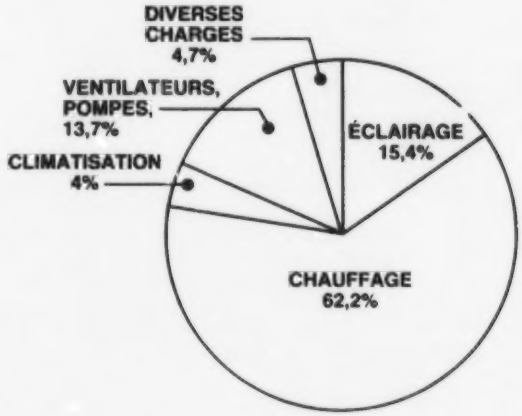
4. Abaissement de la température des chauffe-eau pour fins domestiques de 140 à 110°F.

La simulation informatisée de ces mesures a donné une réduction de 50 % de la consommation énergétique annuelle globale. D'importantes économies au niveau du chauffage et de la climatisation ont été réalisées. On a enregistré une faible réduction de la consommation au niveau de l'eau chaude pour fins domestiques ainsi qu'une nette réduction de la consommation au niveau de l'éclairage. La réduction la plus marquée a été enregistrée au niveau de l'énergie utilisée pour actionner les ventilateurs, où l'économie réalisée a presque atteint 80 %. La consommation d'énergie par les accessoires électriques a été réduite de 23 %. La consommation globale d'électricité dans l'immeuble a été réduite de 48 %, la demande de pointe d'électricité, de 21 % et la consommation de gaz, de 53 %.

Les économies d'énergie atteignaient plus de 60 %, en procédant à la réalisation de tous les projets, y compris ceux encourant des dépenses.

Une autre analyse informatisée d'un immeuble de Toronto a été réalisée pour le Service de l'environnement atmosphérique.

- Cette analyse visait un immeuble à bureaux de 320 000 pi^2 ayant une consommation énergétique de 79 KWh/pi^2/a.

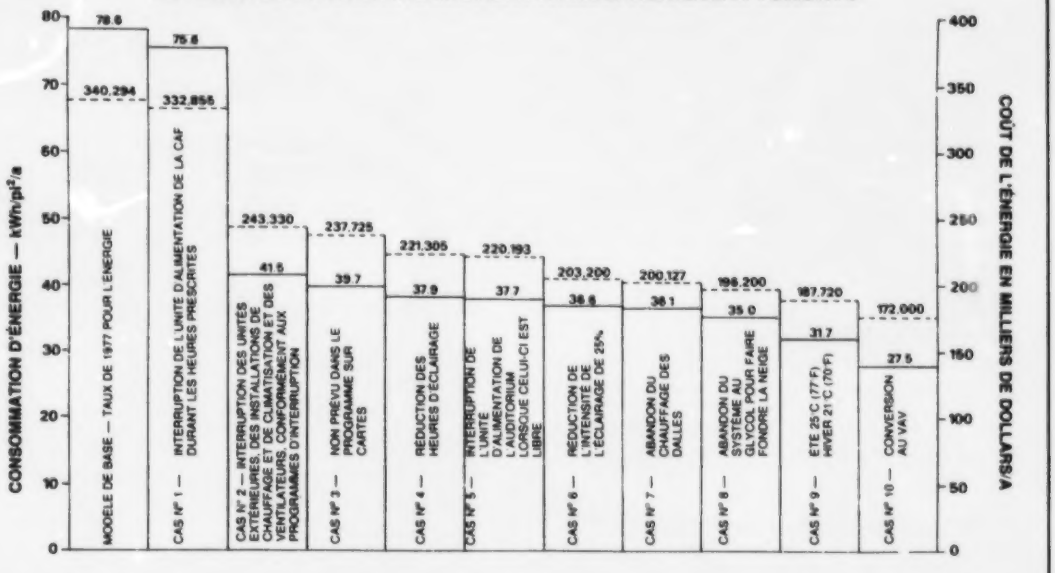


L'analyse de rentabilité, exécutée par le ministère des Travaux publics à l'aide d'un modèle de simulation informatisée, s'est traduite par la "cascade" de possibilités d'économies illustrée à la figure 1. (On peut obtenir le rapport complet en s'adressant à l'Administration centrale du ministère des Travaux publics, Immeuble Sir Charles Tupper, Promenade Riverside, Ottawa K1A 0M2).

Ces deux exemples démontrent la qualité de l'information fournie par l'analyse énergétique détaillée d'un bâtiment au moyen d'un programme

FIGURE 1

CASCADE DE RENDEMENTS ÉNERGÉTIQUES POUR L'IMMEUBLE DU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE À TORONTO



Source: "Energy Conservation Study, Atmospheric Environment Service Building", Public Works Canada, Technological Research and Development, Technical Note Series, June 1977

informatisé. Cette démarche permet à l'ingénieur de préciser les relations complexes qui existent entre la consommation énergétique dans les bâtiments et les conditions météorologiques locales. Elle tient également compte de l'interdépendance des installations énergétiques et des caractéristiques physiques du bâtiment.

Seuls les grands bâtiments peuvent justifier toutefois le coût de l'analyse informatisée. Pour les cas plus simples, des calculs moins coûteux, étayés par l'expérience et la compétence, peuvent suffire. D'autre part, des programmes informatisés simplifiés et meilleur marché, souvent fondés sur l'emploi de mini-ordinateurs, sont actuellement en cours de réalisation. Ils ramènent le coût de l'analyse informatisée à des niveux plus raisonnables.

5 – Choix de références bibliographiques

Une multitude d'ouvrages traitent des économies d'énergie dans les bâtiments. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a publié six volumes de références bibliographiques dans la collection (Building Series) traitant des économies d'énergie, chaque volume portant sur l'une des grandes catégories suivantes:

Écoles	No. 2a
Magasins de vente au détail	No. 2b
Habitations multiples	No. 2c
Hôpitaux	No. 2d
Hôtels et motels	No. 2e
Immeubles à bureaux	No. 2f

Ces publications renferment des listes et des analyses de manuels, de rapports de recherche et d'articles. On peut obtenir ces ouvrages en s'adressant au:

Bureau de la conservation et des énergies renouvelables
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources
580, rue Booth
Ottawa (Ont.)
K1A 0E4
(aux soins de la Division du bâtiment)

Les titres qui suivent ont été retenus pour leur pertinence comme ouvrages de référence sur les économies d'énergie dans les bâtiments municipaux.

"How to Save Energy and Cut Costs in Existing Industrial and Commercial Buildings: An Energy Conservation Manual"

Dubin, Mindel, Bloome. Publié par Noyes Data Corporation, Park Ridge, (N.J.) É.U., 1976.

Voici un des manuels les plus complets sur les économies d'énergie; l'ouvrage comporte plus de 700 p. et plus d'une centaine de schémas, et il se divise en deux parties: la première s'adresse aux propriétaires et préposés à l'exploitation de bâtiments, et la deuxième s'adresse aux ingénieurs, aux architectes et aux préposés à l'exploitation. Les deux parties traitent essentiellement des mêmes questions, mais dans une perspective différente afin de répondre aux besoins des groupes concernés.

On y décrit la façon d'élaborer un programme de gestion de l'énergie et on examine les divers moyens à prendre pour économiser l'énergie au niveau du chauffage et de la climatisation, de l'eau chaude pour fins domestiques, du refroidissement et de la ventilation, de la réfrigération commerciale, des installations C.V.C. et de ventilation, de la récupération de la chaleur, de l'éclairage, de la force motrice, des systèmes centralisés, des sources d'énergie de rechange, de l'analyse économique, des programmes informatisés et autres questions pertinentes. Plusieurs annexes passent en revue les codes et les normes, les données concernant les coûts, et citent des exemples.

Le traitement accordé aux possibilités d'économiser l'énergie est habituellement bref, mais les schémas et les formulaires sont très utiles pour procéder à l'évaluation et à la quantification de l'énergie consommée et économisée. Les schémas de ce manuel sont souvent repris dans divers autres ouvrages traitant d'économies d'énergie.

On peut recommander ce manuel comme documentation technique de base sur les questions d'économies d'énergie, à la portée tant des techniciens que des généralistes.

"Mesures permettant d'économiser l'énergie dans les nouveaux bâtiments, 1978"

Publié par le Comité associé sur le Code national du bâtiment, C.N.R.C., Ottawa. Distribué par le Conseil national de recherches du Canada, Chemin Montréal, Ottawa (Ont.) K1A 0R6. Coût: 2 $.

Conçu comme annexe au Code national du bâtiment, cet ouvrage précise les modalités conceptuelles que doivent respecter les architectes et les ingénieurs. Au moment d'aller sous presses, ces "normes" n'avaient encore été adoptées par aucune des assemblées législatives provinciales. Toutefois, la plupart des provinces étudient actuellement ce document et elles pourraient fort bien en adopter le texte dans sa version intégrale ou dans une version modifiée.

L'ouvrage précise les caractéristiques thermiques des murs et des fenêtres de même que les tolérances de fenêtrage (rapport entre les fenêtres et les murs), tente d'établir des niveaux énergétiques pour le traitement de l'air, encourage un minimum de contrôle automatisé, recommande des échelles et des réglages de température, décourage le chauffage et le refroidissement simultanés (habituellement intégrés aux bâtiments construits avant 1973), promeut la "climatisation libre" avec "contrôle enthalpique", précise le niveau d'isolation thermique des canalisations, recommande les coefficients de rendement de certains équipements de réfrigération, de récupération de la chaleur, et des chauffe-eau pour fins domestiques, et limite l'intensité de l'éclairage.

Ce document de réglementation, inspiré en grande partie de la norme ASHRAE 90-75, vise l'adoption de normes minimales pour régir la conception et la construction des bâtiments, jusqu'à ce qu'on adopte un code de rendement, qui précisera des tolérances de consommation énergétique annuelle au lieu de prescrire l'efficacité thermique des méthodes de construction ou du matériel.

Même si ce document de réglementation n'a pas encore force de loi, il n'en a pas moins été adopté, volontairement, par plusieurs organismes fédéraux, provinciaux et privés, comme base conceptuelle acceptable. Il faut toutefois reconnaître que plusieurs concepteurs et constructeurs de bâtiments commerciaux et résidentiels ont déjà adopté des normes supérieures aux recommandations prévues, pour des motifs purement économiques ou commerciaux. Il se pourrait donc que les normes prévues dans ce document soient maintenant insuffisantes et qu'elles aient déjà été dépassées dans de nombreux cas.

"Energy Conservation Design Resource Handbook"

Publié et diffusé par l'Institut royal d'architecture du Canada, Suite 1106, 151, rue Slater, Ottawa (Ont.) K1P 9Z9. Coût 75 $.

Cet ouvrage d'environ 500 p. aborde toutes les questions importantes concernant la consommation énergétique et la conception des bâtiments. Rédigé principalement à l'intention des architectes, et non à l'intention des spécialistes des installations énergétiques, la plus grande partie du manuel est également à la portée d'un plus grand nombre de personnes qui n'ont pas forcément de formation technique. Même si ce manuel a été réalisé en vue de servir d'outil aux concepteurs, il n'en explique pas moins les phénomèmes et les principes physiques en jeu, et est donc une source générale utile de documentation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. Par contre, son utilité en ce qui a trait aux programmes d'économie d'énergie dans les bâtiments existants s'avère restreinte.

Le manuel traite des questions relatives au climat, aux gains et aux pertes d'énergie causées par le chauffage et la climatisation internes, de l'infiltration, de la physique du bâtiment, des installations C.V.C., de l'éclairage, de l'amélioration des bâtiments existants, de la planification urbaine, de l'économie énergétique et de plusieurs autres questions.

"Energy Conservation in Existing Arenas (Three Case Studies)"

et

"Design Guidelines for Energy Conservation in Skating Rinks and Arenas"

Publiés par le ministère de l'Énergie de l'Ontario; disponibles au Service des publications, 5e étage, 880, rue Bay, Toronto (Ont.) M7A 1N8.

Ces deux ouvrages portent sur le problème des économies d'énergie dans les bâtiments municipaux typiques que l'on retrouve dans presque toutes les municipalités, grandes et moyennes, au Canada. Les deux publications offrent un texte concis, clair et bien illustré.

ANNEXE

Directives d'exploitation concernant l'économie de l'énergie dans les bâtiments existants et chaufferies, Travaux publics Canada, 1981

Nouvelle édition reproduite avec la permission du ministère des Travaux publics.

TABLE DES MATIÈRES

1 Systèmes de chauffage et de refroidissement 1

Critères d'exploitation 1

Exploitation des systèmes de chauffage de bâtiments 1
Généralités 1
Systèmes aérauliques 1
Zones commerciales 1
Garages, quais de chargement intérieurs, etc. 2
Halls d'entrée, couloirs fermés et vestibules 2
Radiateurs électriques portatifs 2
Systèmes de déneigement des rampes d'accès 2
Systèmes de chauffage des toits 2
Locaux d'entreposage 2
Systèmes d'humidification 2

Exploitation des systèmes de refroidissement de bâtiments 2
Généralités 2
Volets d'admission d'air 2
Locaux peu fréquentés 3
Systèmes de réchauffage 3
Climatiseurs de fenêtres et muraux 3

Exploitation des installations centralisées 3
Généralités 3
Chaudières 3
Mise au point périodique des chaudières 3
Appareils de réfrigération 3

Exploitation des services de restauration 4
Généralités 4
Appareils de réfrigération 4

Exploitation par les locataires 4
Généralities 4
Tentures et stores vénitiens 4
Bouches de chaleur et de refroidissement 4

2 Systèmes de ventilation et d'évacuation de l'air 5

Critères d'exploitation 5

Exploitation des systèmes de ventilation et d'évacuation 5
Généralities 5
Laboratoires et services de restauration 5
Garages 5
Toilettes 5

3 Systèmes d'éclairage 6

Critères d'exploitation 6

Exploitation des systèmes d'éclairage des bâtiments 6
Généralités 6
Modifications aux interrupteurs d'éclairage 7
Systèmes d'éclairage extérieur 7

Opérations de nettoyage 7
Révision de l'organisation et des opérations de nettoyage 7
Devis et contrats de nettoyage 7

Entretien des systèmes d'éclairage 7
Niveaux d'éclairage 7

Exploitation par les locataires 8
Généralités 8
Occupants travaillant en dehors des heures normales 8

4 Systèmes d'alimentation en eau chaude 9

Critères d'exploitation 9

Réglages et dispositifs de contrôle 9

Abreuvoirs réfrigérés 9

5 Réchauffage électrique des blocs-moteurs 9

Critères d'exploitation 9

Installation de minuteries 9

Fiche de contrôle 10

1 – Systèmes de chauffage et de refroidissement

Critères d'exploitation

Selon les directives d'exploitation de Travaux publics Canada, voici quelles doivent être les températures de chauffage et de refroidissement dans les bâtiments gérés par Travaux publics Canada:

Température maximale de chauffage:
- heures ouvrables: 21°C
- relâches, fins de semaine et jours fériés: 18°C

Température minimale de refroidissement:
- heures ouvrables: 25°C
- relâches, fins de semaine et jours fériés: 29°C

Pour satisfaire les critères ci-haut définis par T.P.C. et réaliser ainsi une économie optimale d'énergie dans l'exploitation des systèmes de chauffage et de refroidissement des bâtiments, il faudra s'en tenir le plus possible aux recommandations énoncées dans le présent document.

Cependant, tout grand bâtiment a ses caractéristiques propres et ces recommandations devront faire l'objet d'applications spécifiques, à la lumière notamment des particularités de chaque bâtiment, des limitations inhérentes à son architecture, de l'interdépendance des systèmes de chaque bâtiment et des impératifs propres aux activités de certains locataires.

Le personnel technique de soutien et le personnel d'exploitation des bâtiments n'ont pas forcément une formation suffisante en ces matières et devront prendre conseil auprès d'un expert avant de procéder à certains réglages.

Exploitation des systèmes de chauffage de bâtiments

Généralités

Pendant les jours ouvrables de la saison froide, régler les thermostats à une température maximale de 21°C de 08:00 à 17:00 et réduire à 18°C durant les heures de fermeture de 17:00 à 05:00 pendant les fins de semaine et les jours fériés.

Lorsque, avant le commencement d'un jour ouvrable, la température est à 18°C, régler les thermostats dès 05:00 à 21°C pour que le bâtiment atteigne cette température vers 07:00, au moment où le personnel se présente au travail.

D'autre part, commencer à baisser les thermostats à 16:00 durant les heures ouvrables si le locataire est d'accord. (Des tests ont prouvé qu'on peut réaliser une économie de 8 à 10 % de l'énergie nécessaire au chauffage d'un bâtiment lorsqu'on diminue la température nocturne de 3°C. Mais une réduction de température de plus de 3°C exigerait une consommation d'énergie supérieure à l'énergie économisée pour ramener la température à 21°C en période d'occupation.)

Systèmes aérauliques

Durant les fins de semaine et les jours fériés, tous les systèmes aérauliques qui ne sont pas requis pour maintenir 18°C durant les périodes inoccupées doivent être fermés entre 17:00 et 07:00. Les systèmes aérauliques suivants devront faire l'objet d'évaluation spécifique pour fermeture intermittente:

a) Systèmes aérauliques en périmètre
b) Systèmes de zone intérieure ou de zone centrale
c) Systèmes à conduits multiples
d) Systèmes de chauffage central et de réchauffage terminal
e) Tous les autres systèmes jumelés

Zones commerciales

En saison froide, régler la température des zones commerciales à 20°C durant les heures d'affaires et la température des lieux connexes d'entreposage non habités à 15°C ou moins. (Demander l'accord du locataire si les conditions du bail ne correspondent pas aux mesures précitées.)

Garages, quais de chargement intérieurs, etc.

Si possible, fermer entièrement le chauffage dans les garages, les zones inoccupées, les quais et plateformes de chargement intérieurs. (Attention cependant à ce que les canalisations d'eau et de gicleurs ne gèlent pas.)

Halls d'entrée, couloirs fermés et vestibules

Pendant la saison froide, voir s'il est possible de fermer les radiateurs et registres d'admission, de régler les thermostats à 10°C ou de fermer le chauffage électrique dans les halls d'entrée, ainsi que dans les couloirs fermés et vestibules à condition de ne pas exposer les canalisations au gel.

Radiateurs électriques portatifs

Obtenir l'accord du locataire pour interdire l'utilisation de radiateurs électriques portatifs par les occupants.

Systèmes de déneigement des rampes d'accès

Ne plus se servir des systèmes de déneigement des rampes d'accès, sauf en cas de nécessité absolue. Dans ce cas, se servir des détecteurs de neige pour régulariser la température du système.

Systèmes de chauffage des toits

Ne plus se servir des systèmes de chauffage des toits pour y faire fondre la glace, sauf quand l'accumulation de glace est telle qu'elle constitue un danger aux abords de l'immeuble.

Locaux d'entreposage

Ne pas chauffer les locaux d'entreposage vacants ni les locaux d'archives, à moins que la chaleur ne soit nécessaire à la conservation de leur contenu ou à la protection des canalisations.

Systèmes d'humidification

Lorsque le bâtiment est inoccupé, arrêter le système d'humidification, sauf dans les cas spéciaux où son fonctionnement est absolument nécessaire (expositions de tableaux, musées, certains laboratoires, certains équipements, etc.)

Exploitation des systèmes de refroidissement de bâtiments

Généralités

Durant les mois d'été, abaisser la température des bâtiments pour qu'elle se maintienne à 25°C, de 08:00 à 17:00 pendant les jours ouvrables et, en dehors de ces heures, les refroidir lorsque la température atteint 29°C.

Quand les conditions le permettent et que la coopération du locataire est assurée, prévoir une période de prérefroidissement le matin si la température extérieure l'exige, de sorte que la température intérieure soit à 27°C à 07:00 lorsque le personnel se présente au travail. Puis continuer à rafraîchir le bâtiment pour que la température baisse à 25°C aux environs de 08:00.

Prévoir l'arrêt du système de refroidissement à 16:00 ou une heure avant la fermeture du bâtiment. (Bien faire attention aux salles des ordinateurs où le rapport humidité/température doit demeurer constant. Consulter les constructeurs de l'équipement pour connaître les minima/maxima permis.)

Pendant les heures nocturnes de la saison chaude, si l'air extérieur est plus frais et non chargé d'humidité, le faire circuler dans le bâtiment pour en refroidir sa structure.

Volets d'admission d'air

Fermer les volets d'admission d'air pendant la première et la dernière heure d'ouverture quand l'air doit être refroidi.

Par temps humide, ne faire entrer dans le bâtiment qu'un volume minimal d'air neuf durant les jours ouvrables.

Locaux peu fréquentés

Réduire l'emploi du système de climatisation dans les locaux peu fréquentés ou qui ne sont utilisés que durant de courtes périodes.

Systèmes de réchauffage

Durant l'été, fermer le réchauffage partout, sauf si la présence de certains équipements exige le maintien d'un certain niveau d'humidité.

Climatiseurs de fenêtres et muraux

N'utiliser les climatiseurs amovibles (aux fenêtres et aux murs) qu'en cas de nécessité et les arrêter si le local doit être inoccupé pendant plusieurs heures. Néanmoins, s'il est prévu que le temps sera très chaud et humide, ces climatiseurs devraient fonctionner en permanence car ils consomment moins d'énergie à température constante qu'à l'occasion d'une reprise de charge.

Exploitation des installations centralisées

Généralités

Pour réaliser de substantielles économies d'énergie, arrêter les systèmes de ventilation et de climatisation quand les bâtiments sont inoccupés. Vérifier les besoins énergétiques du bâtiment s'il est desservi exclusivement par le système central de chauffage-ventilation- climatisation, de façon à décider des moyens à utiliser pour obtenir une économie maximale d'énergie, pendant les périodes d'occupation réduite après 17:00 en fin de semaine et les jours fériés.

Chaudières

Utiliser les chaudières aux températures et aux pressions recommandées en veillant à ne pas les exposer à des contraintes thermiques excessives, surtout dans le cas de chaudières de métal autre que la fonte. Éliminer si possible l'emploi de chaudières préchauffées de réserve puisque, dans la plupart des cas, une panne de chaudière ne crée pas de sérieux problèmes. Là où plus d'une chaudière est normalement en opération, en étudier précisément les méthodes d'exploitation. Ainsi, une seule chaudière employée à 90 % de sa capacité est beaucoup plus efficace que deux chaudières employées à 45 % de leur capacité.

Mise au point périodique des chaudières

Faire la mise au point périodique comme suit:

a) Analyser fréquemment les gaz de combustion. Pour obtenir une bonne combustion du carburant, régler le brûleur de façon à obtenir un réglage approprié de la température des gaz au carneau de la cheminée, de l'excès d'air et de la teneur en CO_2. La température, au carneau de la cheminée, ne devrait pas excéder celle de l'eau ou de la vapeur de plus de 83°C. Il ne devrait pas se former de monoxyde de carbone. S'il s'agit d'une chaudière à gaz, la teneur en CO_2 devrait être de 9,5 à 9,8 %. Pour une chaudière fonctionnant au mazout n° 2, elle devrait être de 10,5 à 12,0 % et de 12 à 13,5 % pour une chaudière fonctionnant au mazout n° 6.

b) Réglage du rapport air/carburant des brûleurs. Lorsque l'admission d'air est insuffisante, il s'ensuit une production de fumée, l'encrassement des conduits de fumée par la suie et le carbone et une diminution de l'efficacité de transfert de chaleur des surfaces de chauffe. Lorsque l'admission de l'air y est excessive, l'excédent est chauffé et rejeté dans la cheminée, d'où le gaspillage d'énergie qui en résulte.

Appareils de réfrigération

Il est préférable de n'utiliser qu'un seul compresseur réfrigérateur à plein régime plutôt que deux ou trois à faible charge. Faire fonctionner les systèmes d'eau du condenseur à des températures moins élevées et n'utiliser les pompes à eau glacée et les ventilateurs de la tour de refroidissement qu'en cas de nécessité. Augmenter la température de l'eau glacée lorsque l'humidité ambiante l'autorise.

N.B. — Pour plus de détails concernant la bonne exploitation des machines centrales, se référer aux publications de Travaux publics Canada, (série E.C.) relatives à la conservation de l'énergie. Bien que les critères d'exploitation contenus dans ces publications concernent les installations centralisées, ils s'appliquent également aux installations de chauffage et de refroidissement des bâtiments autonomes.

Exploitation des services de restauration

Généralités

Dans la mesure du possible, veiller à ne pas gaspiller l'eau chaude ou la vapeur. N'utiliser les équipements électriques ou à gaz que lorsque nécessaire. Dans le cas d'aliments nécessitant un préchauffage, prévoir l'installation de minuteries destinées à mettre en marche les appareils de chauffage avant les heures de travail.

Appareils de réfrigération

Veiller à ne pas laisser les portes des salles ouvertes plus longtemps que nécessaire. Inspecter périodiquement les garnitures de portes et les remplacer si elles sont défectueuses. Dégivrer régulièrement les évaporateurs pour empêcher la glace de s'accumuler sur les serpentins de réfrigération.

Nettoyer les serpentins du condenseur au moins une fois par mois pour éviter l'accumulation de poussière.

Exploitation par les locataires

Généralités

Encourager les occupants du bâtiment à se vêtir chaudement durant les mois d'hiver et plus légèrement en été. Demander aux occupants de supporter l'inconfort léger que pourraient leur causer les brefs écarts de température résultant de l'application de nos directives. Leur demander aussi de ne pas ouvrir les fenêtres des bâtiments climatisés.

Tentures et stores vénitiens

Si le bâtiment est pourvu de tentures et de stores vénitiens, bien les fermer le soir et lorsque le ciel est couvert de nuages, pendant la saison froide pour conserver la chaleur à l'intérieur. Faire de même durant les jours ensoleillés de la saison chaude pour conserver la fraîcheur à l'intérieur.

Bouches de chaleur et de refroidissement

Demander aux occupants de veiller à ce que les grilles de refroidissement, radiateurs et autres bouches de distribution, soient bien dégagés de papiers, livres et autres obstructions pour ne pas entraver le mouvement de l'air à l'intérieur des lieux.

2 – Systèmes de ventilation et d'évacuation de l'air

Critères d'exploitation

Travaux publics Canada, dans la directive MD 15000 intitulée "Ambiance", a fixé comme suit les débits d'air neuf, sauf lorsqu'il s'agit d'utiliser l'air neuf en tant qu'agent réfrigérant.

a) Heures ouvrables: 500 ml/sm^2 (0,1 pi^3/min-pi^2)

b) Heures de fermeture: nul

Dans la mesure du possible, faire respecter, dans tous les bâtiments relevant de Travaux publics Canada, les règles suivantes qui découlent des critères ci-haut énoncés.

Exploitation des systèmes de ventilation et d'évacuation

Généralités

Régler le débit d'air neuf à un maximum de 500 ml/sm^2 (0,1 pi^3/min-pi^2) de 08:00 à 17:00 pendant les jours ouvrables.

Si possible, fermer les volets d'air extérieur pendant les fins de semaine et jours fériés et pendant la première et la dernière heure ouvrable (de 07:00 à 08:00 et de 16:00 à 17:00) lorsqu'il est nécessaire de chauffer ou de refroidir l'air, sauf durant l'été, si le système fonctionne en programmation économique.

Envisager l'installation de commandes d'arrêt automatique du système de ventilation durant les périodes où l'immeuble est inoccupé.

Réduire l'évacuation d'air au minimum et admettre juste assez d'air sauf pour équilibrer le système et maintenir une pression légèrement positive afin de freiner les déperditions ou les apports calorifiques de chaleur dus à l'infiltration.

Prévoir un coupe-vent ou des déflecteurs devant les entrées d'air extérieur pour empêcher le vent d'y pénétrer.

Laboratoires et services de restauration

Dans les laboratoires et les services de restauration, ne se servir des hottes d'évacuation que lorsque le besoin l'exige.

Prévoir l'installation de volets de réglage ou de contre pression sur les gaines d'échappement des hottes lorsque les ventilateurs sont arrêtés. N'utiliser les systèmes d'évacuation qu'en cas de nécessité.

Garages

Étudier la faisabilité d'installer un système de surveillance et de régulation du monoxyde de carbone fixé au(x) système(s) d'évacuation des garages.

Toilettes

Prévoir la fermeture des gaines d'air extérieur raccordées aux salles de toilette et autres lieux malodorants.

Faire en sorte que l'air provenant des autres zones puisse se diriger vers les salles de toilette par l'intermédiaire de grilles de portes pour évacuation vers l'extérieur. Dans les bâtiments dont les salles de toilette sont pourvues de ventilateurs d'évacuation de l'air, en limiter la capacité de ventilation aux besoins en air neuf des locaux: pour ce faire, brancher le ventilateur sur le circuit d'éclairage des salles de toilette. Y afficher instructions spécifiant que lumières (et ventilateurs) soient éteints après usage des lieux. Autre variante: réduire la circulation d'air pour qu'elle corresponde aux exigences du code.

3 — Systèmes d'éclairage

Critères d'exploitation

Selon les directives de Travaux publics Canada, les bâtiments gérés par le Ministère doivent être éclairés en fonction des critères suivants.

a) Éclairage intérieur (locaux occupés)
   - 550 à 800 lux (50 à 75 candela-pieds) aux postes de travail;
   - 300 à 550 lux (30 à 50 candela-pieds) dans les zones de travail;
   - 100 lux (10 candela-pieds) dans les autres zones.

b) Éclairage intérieur (locaux non occupés)
   - nul, sauf si la sécurité l'exige.

c) Éclairage extérieur
   - nul, sauf si la sécurité l'exige.

d) Éclairage décoratif
   - avec approbation du bureau national de T.P.C. dans le cas de certains bâtiments.

Dans la mesure du possible, les règles prescrites dans les paragraphes suivants (éclairage des bâtiments, modifications et mesures connexes) ont pour but d'économiser l'énergie et découlent des critères ci-dessus. Ces règles s'appliquent à tous les bâtiments de T.P.C. Les systèmes d'éclairage de beaucoup de bâtiments ont été conçus dans une optique différente de la nôtre et, par la suite, les espaces ont souvent été réaménagés de sorte qu'on peut généralement apporter des modifications importantes au système d'éclairage et, en particulier, réduire le nombre d'ampoules. Ces modifications peuvent aider à réduire substantiellement la consommation d'énergie sous forme d'éclairage, tout en fournissant aux occupants la qualité et la quantité de lumière dont ils ont besoin.

Néanmoins, avant de procéder aux modifications, il faut se rendre compte que tout système d'éclairage se compose de nombreux éléments reliés les uns aux autres, et lui-même relié aux autres systèmes du bâtiment. S'il est recommandé de réduire le nombre de lampes et luminaires, de déconnecter des transformateurs, etc., il n'en reste pas moins que rien ne doit être entrepris avant que le système au complet n'ait été analysé et toutes les options envisagées. Il est impossible de réduire le nombre de lampes sans tenir compte, au préalable, des règlements municipaux, provinciaux et fédéraux, d'un certain nombre de facteurs touchant, notamment, la productivité, le confort visuel, l'esthétique, l'incidence sur les conditions de travail des groupes d'employés régis par contrat. Il est également utile de savoir que toute modification importante à un système d'éclairage peut avoir une incidence significative sur les systèmes de chauffage et de refroidissement, dont la plupart ont été conçus en fonction de la chaleur produite par le système d'éclairage original.

En conséquence, nous recommandons fortement de faire appel aux services de professionnels compétents avant d'apporter d'importantes modifications aux systèmes d'éclairage des bâtiments. Les modifications en question consisteraient à réduire l'éclairage afin de respecter les règlements ministériels, ou à réarranger les interrupteurs, afin de pouvoir atteindre le niveau optimal d'éclairage pendant les heures de nettoyage de l'immeuble ou durant les périodes de non-occupation. Les gestionnaires de bâtiments doivent veiller à ce que les projets, comportant une diminution de l'éclairage ou des modifications aux interrupteurs, reçoivent le plus haut niveau de priorité.

Exploitation des systèmes d'éclairage des bâtiments

Généralités

En accord avec les locataires et le personnel régional de T.P.C., préparer des plans visant à réduire le niveau d'éclairage dans les bâtiments afin de se conformer aux directives du Ministère.

Mettre sur pied un programme d'éclairage efficace qui prescrive de n'allumer les lumières que lorsque les locaux sont occupés et de les éteindre lorsqu'ils sont inoccupés, même pour une brève période. Ce genre de programme peut être adapté aux lieux et aux besoins des occupants. Lorsque des modifications au système de commutation s'imposent, elles doivent être planifiées et entreprises dans les meilleurs délais.

Modifications aux interrupteurs d'éclairage

Si nécessaire, implanter un programme de modifications des interrupteurs d'éclairage. Évaluer les besoins d'installations d'un plus grand nombre d'interrupteurs près des postes de travail et l'installation d'interrupteurs séparés pour les blocs de luminaires périmétriques.

Envisager l'affichage d'instructions près des interrupteurs, indiquer les correspondances entre interrupteurs et luminaires. Un tel avis permet de réduire les erreurs d'allumage d'appareils d'éclairage qui entraînent un gaspillage d'énergie lorsque les blocs lumineux sont activés et désactivés rapidement.

Demander aux gardiens de nuit de ne pas allumer toutes les lumières le matin, avant l'arrivée du personnel.

Systèmes d'éclairage extérieur

Réduire au minimum l'éclairage extérieur de sécurité. Intégrer l'éclairage de sécurité à celui de la rue afin d'éviter la duplication. Se servir de cellules photo-électriques pour allumer les luminaires extérieurs et des minuteries pour les éteindre. Éviter d'utiliser des projecteurs décoratifs et éclairages à effets spéciaux non spécifiquement approuvés pour emploi permanent.

Opérations de nettoyage

Révision de l'organisation et des opérations de nettoyage

Consulter l'entrepreneur en nettoyage ou le syndicat local des employés du Ministère chargé de l'entretien de l'immeuble, et réorganiser les opérations de nettoyage de la façon suivante:

a) Nettoyage quotidien

Le nettoyage quotidien doit être effectué du lundi au vendredi, en recourant aux options suivantes selon la séquence la plus favorable à la conservation de l'énergie:

- De jour.
- De jour, à l'exception des cendriers et paniers à vider et à nettoyer de 17:00 à 19:00.
- De 17:00 à 21:00.
- De 19:00 à 23:00 pour éviter la période de pointe.

Le nettoyage devra se faire de telle façon que 25 % seulement du bâtiment soit éclairé en même temps durant les heures de nettoyage en dehors des périodes de travail, i.e. un étage ou une partie d'étage sera éclairé à la fois pour procéder à son nettoyage; les bureaux individuels munis d'interrupteurs devront être éclairés seulement au moment de leur nettoyage.

b) Entretien périodique

L'entretien périodique doit être effectué de 08:00 à 16:00, les samedis et dimanches. Alternativement, l'entretien périodique sera effectué du lundi au vendredi, de 23:00 à 07:00. L'entrepreneur ou le contremaître de l'équipe d'entretien devra veiller à ce que ne soient éclairées que les sections immédiates où s'effectuent les travaux et qu'on éteigne ces sections dès que les travaux y sont complétés.

Devis et contrats de nettoyage

Si la modification des contrats en vigueur ne permet pas l'établissement de cette grille de travail à des coûts acceptables, veiller à inclure ces exigences de nettoyage dans les documents d'appel d'offre. Lors de l'adjudication du contrat, demander à l'entrepreneur de présenter un plan de travail conforme aux exigences précitées.

Entretien des systèmes d'éclairage

Niveaux d'éclairage

Compte tenu de la variation et de la diminution des niveaux d'éclairage à intervenir par suite de la réduction du nombre de lampes, une importance accrue doit être accordée à l'entretien efficace du système d'éclairage. Des inspections périodiques seront requises pour s'assurer que les niveaux d'éclairage des postes de travail ne tombent pas au-dessous de 70 % des niveaux fixés. Si des postes de travail ont été relocalisés, il faudra voir à y aménager un éclairage adéquat et modifier en

conséquence le niveau d'éclairage des anciens emplacements.

Mesures à prendre pour obtenir un rendement maximal du système d'éclairage:

a) Nettoyer périodiquement les luminaires.
b) Nettoyer fréquemment les surfaces réfléchissantes et les écrans translucides. Remplacer les écrans jaunis ou obscurcis par de nouveaux écrans en matière acrylique non jaunissante.
c) Nettoyer fréquemment les plafonds, les murs et les planchers, afin d'en améliorer les qualités réfléchissantes.
d) Si le niveau d'éclairage baisse au-dessous de 70 %, remplacer toutes les ampoules ou tubes du même groupe, au même moment. Cette pratique permet de vérifier, par la même occasion, s'il ne serait pas plus avantageux de les remplacer par des ampoules ou tubes de moindre puissance.

Exploitation par les locataires

Généralités

Il serait bon d'inciter les occupants des lieux à mieux contrôler et à mieux utiliser le système d'éclairage: pour ce faire, leur confier des responsabilités en ce sens. Circulaires, avis, affiches, contacts personnels, etc., pourraient servir à cette fin. Y inciter les occupants à n'éclairer les locaux que lorsque le besoin s'en fait sentir, à n'utiliser que le degré d'éclairage nécessaire et à éteindre les lampes des locaux non occupés. Les inciter à éteindre les lampes situées près des fenêtres lorsqu'il est possible de travailler sans difficulté à la lumière du jour.

Occupants travaillant en dehors des heures normales

Lorsque l'installation électrique ne se prête pas au fractionnement de l'éclairage à 25 % des grandes surfaces et que des employés doivent travailler tard, le soir, envisager de remplacer l'éclairage des luminaires par celui des lampes de bureau individuelles. Alternative: demander aux employés, travaillant le soir, de se grouper dans une seule pièce de l'immeuble pour y effectuer leurs travaux et partager un même éclairage.

N.B. — En ce qui concerne la réduction du nombre de lampes et l'utilisation des systèmes d'éclairage, se référer à la publication "Directives d'éclairage dans les bureaux du gouvernement en vue de conserver l'énergie." (TPC CE 201, nov. 1977).

4 – Systèmes d'alimentation en eau chaude

Critères d'exploitation

Les directives d'exploitation de T.P.C. précisent que, pendant les heures ouvrables, la température de l'eau chaude, à usage courant, des bâtiments relevant du Ministère, doit être réduite à 38°C.

Réglages et dispositifs de contrôle

Mesures à prendre pour se conformer aux normes précitées ci-dessus:

a) Inspecter et vérifier les dispositifs de contrôle de l'eau chaude, pour voir s'ils fonctionnent correctement. Au besoin, les régler, les réparer, ou les remplacer.

b) Placer des thermostats près des pompes de circulation pour maintenir la température de l'eau à 38°C.

c) Installer des dispositifs d'arrêt près des pompes de circulation et/ou des chauffe-eau domestiques pour les débrancher durant les heures de fermeture.

d) Si la pression de l'eau dépasse 40 à 50 livres, envisager la pose d'un détendeur sur la canalisation principale pour réduire le débit d'eau chaude aux robinets.

e) Il vaut mieux élever la température de l'eau dans des endroits définis (cuisines, par exemple) que de fournir de l'eau plus chaude que nécessaire dans le reste du bâtiment.

Abreuvoirs réfrigérés

Régler les thermostats de façon à ce que la température de l'eau ne soit pas en dessous de 18°C durant les mois d'été.

Si la température de l'eau est moins que 18°C durant les autres saisons, fermer les systèmes de réfrigération durant cette période.

5 — Réchauffage électrique des blocs-moteurs

Critères d'exploitation

La décision 551601 de la circulaire 1960-11 du Conseil du Trésor régit l'installation des prises de courant pour chauffe-blocs d'automobiles. D'autre part, une directive actuellement en préparation pour insertion dans le manuel de la Direction de l'administration immobilière précise que:

a) toute prise de courant non autorisée pour chauffe-blocs devra être débranchée et déposée;

b) les prises autorisées ne devront servir qu'aux véhicules autorisés;

c) les prises de courant ne doivent pas servir au réchauffage des batteries, des sièges et de l'intérieur des voitures.

Installation de minuteries

La directive précitée ajoute que toute prise de courant destinée à l'alimentation des chauffe-blocs doit être commandée par un système de minuterie réglé pour un préchauffage de deux heures avant le démarrage du véhicule. Dans la mesure du possible, veiller à ce que la période de chauffage ne tombe pas durant les heures de pointe.

Toutefois, les prises destinées aux véhicules de service et d'inspection susceptibles d'être utilisés à tout moment ne seront pas assujetties à ce règlement.

Travaux publics Canada

Directives d'exploitation concernant la conservation de l'énergie dans les bâtiments existants et dans les chaufferies

FICHE DE CONTRÔLE

1 a) Bâtiment _____ d) Superficie globale _____ m²
b) Adresse _____ e) Inspecteur _____
c) Poste budgétaire _____ f) Date de l'inspection _____

2 Registre d'entretien
a) Clients
i) Fédéral _____
ii) Commercial _____
iii) Autres _____
b) Stationnement intérieur
i) Chauffé _____
ii) Non chauffé _____
c) Locaux d'entreposage
i) Chauffés _____
ii) Non chauffés _____
d) Cantine _____
e) Cafétéria _____
f) Stationnement extérieur _____
i) Prises de courant _____
g) Installations de chauffage
i) Centrale thermique _____
ii) Chaufferie _____
iii) Chaudière _____
iv) Électricité _____
h) Climatisation centrale thermique
i) C T Alimentation en eau réfrigérée _____
ii) Système central _____
iii) Système unitaire _____
iv) Autres _____
i) Zones spéciales _____

3 Catégories des locaux (voir note)	Superficie totale	(Superficie globale intérieure) 2 Superficie dans laquelle les directives sont ou seront mises en vigueur (m²)					
a) Bureau	1	2	e) Stationnement intérieur	1	2		
b) Commercial	1	2	f) Logement	1	2		
c) Opération	1	2	g) Spécial	1	2		
d) Entrepôt	1	2	h) Éducatif	1	2		
			i) Zone de service	1	2		

4 Heures d'occupation du bâtiment _____

5 Ministères clients (cataloguez) _____

6 Autres occupants (cataloguez) _____

7 Entretien d'édifice

a) Cantine/Cafétéria	Interne	À contrat	
b) Nettoyage	Interne	À contrat	
c) Horticulture	Interne	À contrat	

8 Directives générales	Vérification (Date)	Défauts enregistrés (Date)	Actions prises (Date)	Rajustements complétés (Date)	Remarques
a) Systèmes de chauffage					
i) Réglages des thermostats					
ii) Systèmes aéraliques					
iii) Zones commerciales					
iv) Garages intérieurs, quais de chargement					
v) Halls d'entrée, couloirs et vestibules					
vi) Radiateurs électriques portatifs					
vii) Systèmes de dénergement des rampes d'accès					
viii) Systèmes de chauffage des toits					
ix) Locaux d'entreposage					
x) Systèmes d'humidification					

FICHE DE CONTRÔLE

	Vérification (Date)	Défauts enregistrés (Date)	Actions prises (Date)	Rajustements complétés (Date)	Remarques
b) Systèmes de refroidissement					
i) Ajustement des contrôles de température					
ii) Volets d'admission d'air					
iii) Locaux d'entreposage					
iv) Ajustements de réchauffage					
v) Climatiseurs de fenêtres et muraux					
c) CCVC installations centralisées					
i) Durée des opérations vs charges thermiques					
ii) Cédule des chaudières					
iii) Analyse des gaz de combustion					
iv) Analyse de l'air de combustion					
v) Appareils de réfrigération					
d) Exploitation des services de restauration					
i) Généralités					
ii) Appareils de réfrigération					
e) Exploitation par les locataires					
i) Fournir les directives aux administrateurs du client					
f) Systèmes de ventilation et d'évacuation de l'air					
i) Ajustement des contrôles					
ii) Laboratoires et services de restauration					
iii) Garages					
iv) Toilettes					
g) Systèmes d'éclairage (voir CE 201)					
i) Critères d'exploitation					
ii) Séquence des opérations					
iii) Modifications aux interrupteurs d'éclairage					
iv) Systèmes d'éclairage extérieur					
v) Niveaux lumineux					
h) Opérations de nettoyage					
i) Opérations de nettoyage					
i) Systèmes d'alimentation en eau chaude					
i) Critères d'exploitation					
ii) Accessoires auxiliaires					
j) Réchauffage électrique des blocs moteurs					
i) Critères d'exploitation					

REMARQUES

Inspecteur _____ Date _____